

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-345174

(P2001-345174A)

(43) 公開日 平成13年12月14日 (2001. 12. 14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 5 B 33/04

33/10

33/14

識別記号

F I

H 0 5 B 33/04

33/10

33/14

テマコード(参考)

3 K 0 0 7

A

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2001-87851(P2001-87851)

(22) 出願日 平成13年3月26日 (2001. 3. 26)

(31) 優先権主張番号 特願2000-87355(P2000-87355)

(32) 優先日 平成12年3月27日 (2000. 3. 27)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 柴田 典子

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

Fターム(参考) 3K007 AB11 AB18 BA06 DA01 DB03

EA01 EA04 EB00 FA02

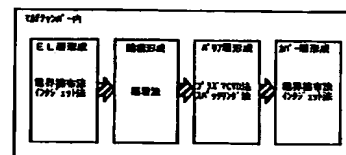
(54) 【発明の名称】 自発光装置及びその作製方法

(57) 【要約】

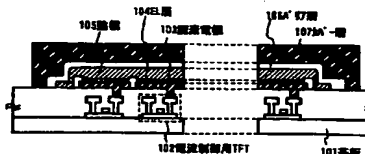
【課題】 同一のマルチチャンバーでEL素子のEL層、陰極を形成し、さらに、EL素子上にEL素子を封止する層を連続的に形成することを目的とする。

【解決手段】 EL層及びカバー層を同一の成膜方法で形成することにより、図1 (A) に示すように、EL層、陰極、バリア層及びカバー層を連続的に同一のマルチチャンバーで形成することができる。以上により、図1 (B) に示すようなEL素子の封止構造を形成することができる。

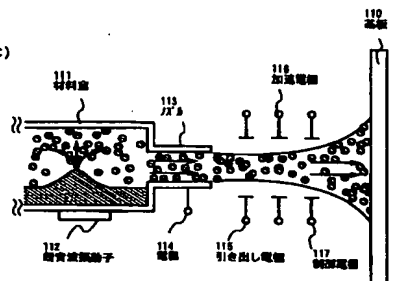
(A)



(B)



(C)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 E L 素子を有する自発光装置において、前記 E L 素子を覆う無機材料からなる膜と、前記無機材料からなる膜を覆う有機材料からなる膜と、を有することを特徴とする自発光装置。

【請求項 2】 陽極、E L 層及び陰極からなる E L 素子を有する自発光装置において、前記陰極を覆う無機材料からなる膜と、前記無機材料からなる膜を覆う有機材料からなる膜と、を有することを特徴とする自発光装置。

【請求項 3】 E L 素子を有する自発光装置において、前記 E L 素子に接する無機材料からなる膜と、前記無機材料からなる膜に接する有機材料からなる膜と、を有することを特徴とする自発光装置。

【請求項 4】 陽極、E L 層及び陰極からなる E L 素子を有する自発光装置において、前記陰極に接する無機材料からなる膜と、前記無機材料からなる膜に接する有機材料からなる膜と、を有することを特徴とする自発光装置。

【請求項 5】 E L 素子を有する自発光装置において、前記 E L 素子を覆う有機材料からなる膜と、前記有機材料からなる膜を覆う無機材料からなる膜と、を有することを特徴とする自発光装置。

【請求項 6】 陽極、E L 層及び陰極からなる E L 素子を有する自発光装置において、前記陰極を覆う有機材料からなる膜と、前記有機材料からなる膜を覆う無機材料からなる膜と、を有することを特徴とする自発光装置。

【請求項 7】 E L 素子を有する自発光装置において、前記 E L 素子に接する有機材料からなる膜と、前記有機材料からなる膜に接する無機材料からなる膜とを有することを特徴とする自発光装置。

【請求項 8】 陽極、E L 層及び陰極からなる E L 素子を有する自発光装置において、前記陰極に接する有機材料からなる膜と、前記有機材料からなる膜に接する無機材料からなる膜とを有することを特徴とする自発光装置。

【請求項 9】 請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかにおいて、前記無機材料からなる膜は、窒化珪素、酸化タンタル、窒化アルミニウムまたは炭素からなることを特徴とする自発光装置。

【請求項 10】 請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかにおいて、前記有機材料からなる膜は、ポリアミド、ポリイミド、アクリル樹脂、またはベンゾシクロブテンからなることを特徴とする自発光装置。

【請求項 11】 請求項 1 乃至請求項 10 のいずれかにおいて、前記有機材料からなる膜の膜厚は、0.1～20 μm であることを特徴とする自発光装置。

【請求項 12】 請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかにおいて、前記無機材料からなる膜はバリア層であり、前記有機材料からなる膜はカバー層であることを特徴とする自発光装置。

【請求項 13】 請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか一に

記載の自発光装置を用いたことを特徴とする電気器具。

【請求項 14】 陽極、E L 層及び陰極からなる E L 素子を有する自発光装置の作製方法であって、前記 E L 素子を覆う無機材料からなる膜を CVD 法または蒸着法により成膜し、前記無機材料からなる膜を覆う有機材料からなる膜をインクジェット法により成膜することを特徴とする自発光装置の作製方法。

【請求項 15】 陽極、E L 層及び陰極からなる E L 素子を有する自発光装置の作製方法であって、前記陰極を覆う無機材料からなる膜を CVD 法または蒸着法により成膜し、前記無機材料からなる膜を覆う有機材料からなる膜をインクジェット法により成膜することを特徴とする自発光装置の作製方法。

【請求項 16】 陽極、E L 層及び陰極からなる E L 素子を有する自発光装置の作製方法であって、前記 E L 素子を覆う有機材料からなる膜をインクジェット法により成膜し、前記有機材料からなる膜を覆う無機材料からなる膜を CVD 法または蒸着法により成膜することを特徴とする自発光装置の作製方法。

【請求項 17】 陽極、E L 層及び陰極からなる E L 素子を有する自発光装置の作製方法であって、前記陰極を覆う有機材料からなる膜をインクジェット法により成膜し、前記有機材料からなる膜を覆う無機材料からなる膜を CVD 法または蒸着法により成膜することを特徴とする自発光装置の作製方法。

【請求項 18】 請求項 14 乃至請求項 17 のいずれかにおいて、前記 E L 層、前記陰極、前記無機材料からなる膜及び前記有機材料からなる膜を同一の成膜装置で成膜することを特徴とする自発光装置の作製方法。

【請求項 19】 請求項 14 乃至請求項 18 のいずれかにおいて、前記 E L 層と、前記有機材料からなる膜を電界塗布法、またはインクジェット法により成膜することを特徴とする自発光装置の作製方法。

【請求項 20】 請求項 14 乃至請求項 19 のいずれかにおいて、前記無機材料からなる膜はバリア層であり、前記有機材料からなる膜はカバー層であることを特徴とする自発光装置の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、陽極、陰極及びそれらの間に E L (Electro Luminescence) が得られる発光性有機材料（以下、有機 E L 材料という）を挟んだ構造でなる E L 素子を絶縁体上に形成した自発光装置及びその自発光装置を表示部（表示ディスプレイまたは表示モニター）として有する電気器具の作製方法に関する。なお、上記自発光装置は O L E D (Organic Light Emitting Diodes) ともいう。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、発光性有機材料の E L 現象を利用した自発光素子として E L 素子を用いた表示装置（自発

光装置)の開発が進んでいる。自発光装置は自発光型であるため、液晶表示装置のようなバックライトが不要であり、さらに視野角が広いことから電気器具の表示部として有望視されている。

【0003】なお、EL素子は、エレクトロルミネッセンス(Electro Luminescence: 電場を加えることで発生するルミネッセンス)が得られる有機化合物を含む層

(以下、EL層と記す)と、陽極層と、陰極層とを有する。有機化合物におけるルミネッセンスには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光(蛍光)と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光(リン光)とがあるが、本発明は、どちらの発光を用いた場合にも適用可能である。

【0004】自発光装置にはパッシブ型(単純マトリクス型)とアクティブ型(アクティブマトリクス型)の2種類があり、どちらも盛んに開発が行われている。特に現在はアクティブマトリクス型自発光装置が注目されている。また、EL素子の中心とも言えるEL層となるEL材料は、低分子系有機EL材料と高分子系(ポリマー系)有機EL材料とがそれぞれ研究されているが、低分子系有機EL材料よりも取り扱いが容易で耐熱性の高いポリマー系有機EL材料が注目されている。

【0005】ポリマー系有機EL材料の成膜方法としては、電界により制御して塗布する方法やセイコーエプソン株式会社が提唱するインクジェット法が挙げられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明はEL層、及びEL素子上にEL素子を覆って形成される有機材料(有機樹脂)からなる膜(以下、カバー層とよぶ)を同一の方法を用いて形成するというものである。なお、カバー層とは、陽極、EL層及び陰極からなるEL素子の陰極上に形成される有機材料からなるものであり、このカバー層を設けることでTFTまたは、EL素子の応力緩和に効果的である。さらに水分や酸素のEL層への進入を防ぐことができ、これによりEL層の劣化を防ぐことができる。さらに、カバー層の上に無機材料からなる膜(以下、バリア層とよぶ)を形成することにより、水分や酸素がカバー層、またはEL層へ進入するのを防ぐことができる。

【0007】なお、本発明は、同一のマルチチャンバー内でEL層から陰極、バリア層およびカバー層までを連続的に処理することを課題とする。

【0008】また、本発明では、所望の位置に制御性良くカバー層を形成することを課題とする。さらに、このような手段を用いた自発光装置及びその作製方法を提供するとともに、このような自発光装置を表示部として有する電気器具を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するために用いるマルチチャンバーとは、EL層及び有機材料が

らなるカバー層を電界塗布法又は、インクジェット法で塗布形成するための塗布室と陰極を蒸着法で形成するための蒸着室と窒化珪素や酸化タンタルからなるバリア層を形成するためのスパッタリング室を有する成膜装置である。

【0010】なお、本発明において、EL材料を溶媒に溶解させた溶液を塗布してEL層を形成する場合には、この溶液を材料室に備える。本明細書中では、この溶液を塗布液という。そして、塗布液が霧状になり電荷を持つと、電極により与えられる電界に制御され、基板上の塗布位置に成膜される。

【0011】又、カバー層は、有機樹脂膜を形成する有機樹脂液を材料室に備えておき、これをEL層形成と同様の方法で塗布し形成する。

【0012】なお、本発明に於いては、EL素子の陰極上にカバー層を形成した後でバリア層を形成しても良いし、EL素子の陰極上にバリア層を形成した後でカバー層を形成する構造としても良い。

【0013】

【発明の実施の形態】ここで本発明の実施の形態について図1を用いて説明する。図1(A)に示すように、EL層、陰極、バリア層及びカバー層を連続的に同一のマルチチャンバーで形成することができる。

【0014】なお、バリア層とは水分や酸素のEL層への進入を防ぐために設ける無機材料で形成されるパッシベーション膜のことをいう。

【0015】まず、塗布室で電界塗布法又は、インクジェット方式を用いてEL層を形成する。次に蒸着室で陰極を蒸着法により形成させ、さらにこの陰極上にバリア層として窒化珪素、酸化タンタル、窒化アルミニウムもしくは炭素からなるダイヤモンドライクカーボン(DLC)といった無機材料からなる無機膜をスパッタリング法やプラズマCVD法を用いて形成する。最後に、バリア層の上にEL層を形成したときと同様に塗布室でインクジェット法によりカバー層を形成することで自発光装置の封止構造を完成することができる。

【0016】以上説明したように、EL層及びカバー層を形成するときに同じ方法を用いているために所望の位置のみに選択的に膜を形成することができ、同一チャンバー内で処理することが可能である。

【0017】本発明において形成する積層膜の断面構造を図1(B)に示す。図1(B)において101はガラス基板であり、102は電流制御用TFTである。さらに、103は、電流制御用TFTに電気的に接続された透明性の導電膜からなる画素電極である。画素電極103上には、EL層104を前に述べたような方法で形成する。さらに、EL層104上に、陰極105を蒸着法で形成する。

【0018】さらに、陰極105上に窒化珪素、酸化タンタルまたは、炭素からなるDLC膜といった無機膜が

らなるバリア層 106 を形成した後、有機樹脂膜からなるカバー層 107 を EL 層と同様の塗布方法で形成する。

【0019】図 1 (C) には、EL 層及びカバー層 107 を形成する際に電界で塗布液を制御して塗布する電界塗布法を示す。図 1 (C) において、110 は、図 1

(B) に示す積層構造のうちバリア層まで形成した基板である。また、111 は、カバー層を形成するための有機樹脂液が備えられている材料室である。材料室 111 には、超音波振動子 112 を設け、有機樹脂液が放出さ

れる材料室 111 の先端のノズル 113 には、電極 114 を設ける。

【0020】本発明の場合、有機樹脂液は材料室 111 で超音波振動子 112 に与えられる超音波振動により霧状になる。ここで霧状になった有機樹脂液は材料室 111 のノズル 113 に設けた電極 114 により帯電して帯電粒子となり、アクティブマトリクス基板 110 上の所望の位置に成膜される。

【0021】帯電粒子となった有機樹脂を、引き出し電極 115 がノズル 113 から引き出し、加速電極 116 が飛翔方向に加速し、さらに制御電極 117 が塗布位置を制御して基板 110 の所望の位置に塗布する。

【0022】これにより、図 1 (B) に示すような積層構造を同一のマルチチャンバー内で形成することができ、自発光装置の封止構造が完成する。

【0023】なお、図 1 (B) には、EL 素子を覆って、無機材料からなるバリア層を形成した後、有機材料からなるカバー層を形成した場合について示したが、本発明においては、EL 素子を覆って有機材料からなるカバー層を形成した後で、無機材料からなるバリア層を形成しても良い。

【0024】

【実施例】【実施例 1】本発明における自発光装置の画素部の断面図を図 2 に、その上面図を図 3 (A) に、その回路構成を図 3 (B) に示す。実際には画素がストライプ状に複数配列されて画素部 (画像表示部) が形成される。なお、図 3 (A) を A-A' で切断した断面図が図 2 に相当する。従って図 2 及び図 3 で共通の符号を用いているので、適宜両図面を参照すると良い。また、図 3 の上面図では二つの画素を図示しているが、どちらも同じ構造である。

【0025】図 2 において、11 は基板、12 は下地となる絶縁膜 (以下、下地膜という) である。基板 11 としてはガラス、ガラスセラミックス、石英、シリコン、セラミックス、金属若しくはプラスチックでなる基板を用いることができる。

【0026】また、下地膜 12 は特に可動イオンを含む基板や導電性を有する基板を用いる場合に有効であるが、石英基板には設けなくても構わない。下地膜 12 としては、珪素 (シリコン) を含む絶縁膜を用いれば良

い。なお、本明細書において「珪素を含む絶縁膜」とは、具体的には酸化珪素膜、窒化珪素膜若しくは窒化酸化珪素膜 ( $\text{SiO}_x\text{N}_y$  で示される) など珪素、酸素若しくは窒素を所定の割合で含む絶縁膜を指す。

【0027】また、下地膜 12 に放熱効果を持たせることにより TFT の発熱を発散させることは TFT の劣化又は EL 素子の劣化を防ぐためにも有効である。放熱効果を持たせるには公知のあらゆる材料を用いることができる。

【0028】ここでは画素内に二つの TFT を形成している。201 はスイッチング用 TFT であり、n チャネル型 TFT で形成され、202 は電流制御用 TFT であり、p チャネル型 TFT で形成されている。

【0029】ただし、本発明において、スイッチング用 TFT を n チャネル型 TFT、電流制御用 TFT を p チャネル型 TFT に限定する必要はなく、スイッチング用 TFT を p チャネル型 TFT、電流制御用 TFT を n チャネル型 TFT にしたり、両方とも n チャネル型、又は p チャネル型 TFT を用いることも可能である。

【0030】スイッチング用 TFT 201 は、ソース領域 13、ドレイン領域 14、LDD 領域 15a~15d、高濃度不純物領域 16 及びチャネル形成領域 17a、17b を含む活性層、ゲート絶縁膜 18、ゲート電極 19a、19b、第 1 層間絶縁膜 20、ソース配線 21 並びにドレイン配線 22 を有して形成される。

【0031】また、図 3 に示すように、ゲート電極 19a、19b は別の材料 (ゲート電極 19a、19b よりも低抵抗な材料) で形成されたゲート配線 21 1 によって電気的に接続されたダブルゲート構造となっている。勿論、ダブルゲート構造だけでなく、シングルゲートもしくはトリプルゲート構造といったいわゆるマルチゲート構造 (直列に接続された二つ以上のチャネル形成領域を有する活性層を含む構造) であっても良い。マルチゲート構造はオフ電流値を低減する上で極めて有効であり、本発明では画素のスイッチング素子 201 をマルチゲート構造とすることによりオフ電流値の低いスイッチング素子を実現している。

【0032】また、活性層は結晶構造を含む半導体膜で形成される。即ち、単結晶半導体膜でも良いし、多結晶半導体膜や微結晶半導体膜でも良い。また、ゲート絶縁膜 18 は珪素を含む絶縁膜で形成すれば良い。また、ゲート電極、ソース配線若しくはドレイン配線としてはあらゆる導電膜を用いることができる。

【0033】さらに、スイッチング用 TFT 201 においては、LDD 領域 15a~15d は、ゲート絶縁膜 18 を挟んでゲート電極 19a、19b と重ならないように設ける。このような構造はオフ電流値を低減する上で非常に効果的である。

【0034】なお、チャネル形成領域と LDD 領域との間にオフセット領域 (チャネル形成領域と同一組成の半

10

20

30

40

50

導体層からなり、ゲート電圧が印加されない領域)を設けることはオフ電流値を下げる上でさらに好ましい。また、二つ以上のゲート電極を有するマルチゲート構造の場合、チャネル形成領域の間に設けられた高濃度不純物領域がオフ電流値の低減に効果的である。

【0035】次に、電流制御用TFT202は、ソース領域31、ドレイン領域32及びチャネル形成領域34を含む活性層、ゲート絶縁膜18、ゲート電極35、第1層間絶縁膜20、ソース配線36並びにドレイン配線37を有して形成される。なお、ゲート電極35はシン

グルゲート構造となっているが、マルチゲート構造であっても良い。

【0036】図2に示すように、スイッチング用TFTのドレインは電流制御用TFT202のゲートに接続されている。具体的には電流制御用TFT202のゲート電極35はスイッチング用TFT201のドレイン領域14とドレイン配線(接続配線とも言える)22を介して電気的に接続されている。また、ソース配線36は電源供給線212に接続される。

【0037】電流制御用TFT202はEL素子203に注入される電流量を制御するための素子であるが、EL素子の劣化を考慮するとあまり多くの電流を流すことは好ましくない。そのため、電流制御用TFT202に過剰な電流が流れないように、チャネル長(L)は長めに設計することが好ましい。望ましくは一画素あたり0.5~2 $\mu$ A(好ましくは1~1.5 $\mu$ A)となるようにする。

【0038】また、スイッチング用TFT201に形成されるLDD領域の長さ(幅)は0.5~3.5 $\mu$ m、代表的には2.0~2.5 $\mu$ mとすれば良い。

【0039】また、図3に示すように電流制御用TFT202のゲート電極35を含む配線は、50で示される領域で電源供給線212と絶縁膜を挟んで重なる。このとき50で示される領域では、保持容量(コンデンサ)が形成される。保持容量50には半導体膜51、ゲート絶縁膜と同一層の絶縁膜(図示せず)及び電源供給線212で形成される容量も用いることが可能である。この保持容量50は、電流制御用TFT202のゲート電極35にかかる電圧を保持するためのコンデンサとして機能する。

【0040】また、流しうる電流量を多くするという観点から見れば、電流制御用TFT202の活性層(特にチャネル形成領域)の膜厚を厚くする(好ましくは50~100nm、さらに好ましくは60~80nm)ことも有効である。逆に、スイッチング用TFT201の場合はオフ電流値を小さくするという観点から見れば、活性層(特にチャネル形成領域)の膜厚を薄くする(好ましくは20~50nm、さらに好ましくは25~40nm)ことも有効である。

【0041】次に、38は第1パッシベーション膜であ

り、膜厚は10nm~1 $\mu$ m(好ましくは200~500nm)とすれば良い。材料としては、珪素を含む絶縁膜(特に窒化酸化珪素膜又は窒化珪素膜が好ましい)を用いることができる。

【0042】第1パッシベーション膜38の上には、各TFTを覆うような形で第2層間絶縁膜(平坦化膜と言っても良い)39を形成し、TFTによってできる段差の平坦化を行う。第2層間絶縁膜39としては、有機樹脂膜が好ましく、ポリイミド、ポリアミド、アクリル樹脂、BCB(ベンゾシクロブテン)等を用いると良い。勿論、十分な平坦化が可能であれば、無機膜を用いても良い。

【0043】第2層間絶縁膜39によってTFTによる段差を平坦化することは非常に重要である。後に形成されるEL層は非常に薄いため、段差が存在することによって発光不良を起こす場合がある。従って、EL層をできるだけ平坦面に形成しうるように画素電極を形成する前に平坦化しておくことが望ましい。

【0044】また、40は透明導電膜でなる画素電極(EL素子の陽極に相当する)であり、第2層間絶縁膜39及び第1パッシベーション膜38にコンタクトホール(開孔)を開けた後、形成された開口部において電流制御用TFT202のドレイン配線37に接続されるように形成される。

【0045】本実施形態では、画素電極として酸化インジウムと酸化スズの化合物でなる導電膜を用いる。また、これに少量のガリウムを添加しても良い。さらに酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物や酸化亜鉛と酸化ガリウムの化合物を用いることもできる。

【0046】画素電極を形成したら、樹脂材料でなるバンク41を形成する。バンクは、1~2 $\mu$ m厚のアクリル樹脂または、ポリイミド膜をバターンニングして形成すればよい。このバンク41は、画素列と画素列の間にストライプ状に形成される。本実施例ではソース配線21に沿って形成するがゲート配線35に沿って形成しても良い。

【0047】次にEL層42が図1(C)で説明したような電界塗布法により形成される。なお、ここでは一画素しか図示していないが、R(赤)、G(緑)、B

(青)の各色に対応したEL層が形成される。

【0048】EL層を形成する有機EL材料としてはポリマー系材料を用いる。代表的なポリマー系材料としては、ポリパラフェニレンビニレン(PPV)系、ポリビニルカルバゾール(PVK)系、ポリフルオレン系などが挙げられる。

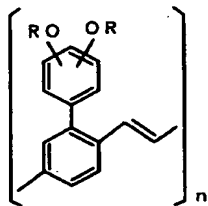
【0049】なお、PPV系有機EL材料としては様々な型のものがあるが、例えば以下のような分子式が発表されている。

(「H. Shenk, H. Becker, O. Gelsen, E. Kluge, W. Kreuder, and H. Spreitzer, "Polymers for Light Emitting Diode

s", Euro Display, Proceedings, 1999, p. 33-37」)

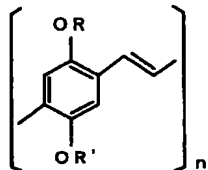
【0050】

【化1】



【0051】

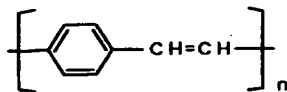
【化2】



【0052】また、特開平10-92576号公報に記載された分子式のポリフェニルビニルを用いることもできる。分子式は以下になる。

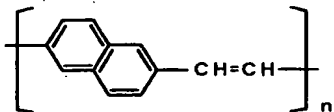
【0053】

【化3】



【0054】

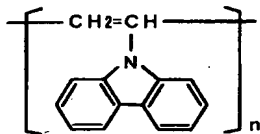
【化4】



【0055】また、PVK系有機EL材料としては以下のような分子式がある。

【0056】

【化5】



【0057】ポリマー系有機EL材料はポリマーの状態でも溶媒に溶かして塗布することもできるし、モノマーの状態でも溶媒に溶かして塗布した後で重合することもできる。モノマーの状態でも塗布した場合、まずポリマー前駆体が形成され、真空中で加熱することにより重合してポリマーになる。

【0058】具体的なEL層としては、赤色に発光するEL層にはシアノポリフェニレンビニレン、緑色に発光するEL層にはポリフェニレンビニレン、青色に発光す

るEL層にはポリフェニレンビニレン若しくはポリアルキルフェニレンを用いれば良い。膜厚は30~150nm(好ましくは40~100nm)とすれば良い。

【0059】但し、以上の例は本発明のEL層として用いることのできる有機EL材料の一例であって、これに限定する必要はまったくない。本発明では有機EL材料と溶媒との混合物を電界塗布方式により塗布して、溶媒を揮発させて除去することによりEL層を形成する。従って、溶媒を揮発させる際にEL層のガラス転移温度を超えない組み合わせであれば如何なる有機EL材料を用いても良いし、ここでは述べなかったような低分子EL材料を用いたり、低分子材料と高分子材料を併せて用いて形成させても良い。

【0060】また、代表的な溶媒としてはトルエン、キシレン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン、アニソール、クロロフォルム、ジクロロメタン、γブチラクトン、ブチルセルソルブ、シクロヘキサン、NMP(N-メチル-2-ピロリドン)、シクロヘキサノン、ジオキサンまたは、THF(テトラヒドロフラン)が挙げられる。なお、前出のEL材料を上記の溶媒に溶解させた溶液を本明細書中では、塗布液と呼ぶ。また、塗布液の粘性は、 $1 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であることが好ましい。

【0061】まず、図1(C)に示すように材料室111に備えられた塗布液が超音波振動子112により霧状になる。これがノズル113に設けられている電極114による電界の影響で塗布液が帯電粒子となると引き出し電極115によりノズル113から引き出される。引き出された塗布液は、加速電極116により加速された後、制御電極117により制御され所望の位置に塗布される。これによりEL層を形成する。なお、この塗布液が材料室111から飛び出す瞬間にノズル113に取り付けられている電極114に与えられる電界の影響で塗布液が帯電し、帯電粒子となる。

【0062】本発明においては、まず、材料室111に備えられている赤色EL層用塗布液を霧状にして電界で制御して塗布することで、画素上の赤色に発光する画素列を形成することができる。次に基板を隣の画素列方向に3列分移動しながら2列おきに赤色に発光する画素列を形成する。次に、材料室111に備えられている緑色EL層用塗布液を同様に塗布させ、緑色に発光すべき画素列を2列おきに形成する。さらに材料室111に備えられている青色EL層用塗布液を同様に塗布させ、青色に発光すべき画素列を形成する。

【0063】以上の操作を行うことで、赤、緑、青と3列にストライプ状に並んだ画素列を基板上に複数形成させることができる。

【0064】なお、EL層用塗布液を備えている材料室111は、EL層用塗布液の種類を変える度に一緒に変えても良いし、材料室を変えずにEL層用塗布液のみを

入れ替えて用いても良い。また、材料室 111 に取り付けられているノズル 113 は、一つに限られることなく二つ以上であっても良い。

【0065】また、ここでは用いていないが材料室 111 と基板の間にマスクを備えてマスクを介して基板上に塗布液が塗布される位置を制御してもよい。なお、材料室 111 及びマスクを別々に設けても良いが、一体形成して装置化しても良い。

【0066】さらに、EL 層 42 を形成する際、EL 層は水分や酸素の存在によって容易に劣化してしまうため、処理雰囲気は水分や酸素の少ない雰囲気とし、窒素やアルゴンといった不活性ガス中で行うことが望ましい。さらに処理雰囲気としては、塗布液の蒸発速度を制御できることから塗布液作製に用いた溶媒雰囲気にするのも良い。

【0067】以上のようにして EL 層 42 を形成したら、次に遮光性導電膜からなる陰極 43 及び保護電極が形成される。本実施例では陰極 43 として、MgAg からなる導電膜を用い、保護電極 44 としてアルミニウムからなる導電膜を用いる。

【0068】なお、上述のように EL 層は熱に弱いので、陰極 43 はなるべく低温（好ましくは室温から 120℃までの温度範囲）で成膜するのが望ましい。従って、プラズマ CVD 法、スパッタリング法が望ましい成膜方法といえる。又、ここまで完成したものを本明細書中では、アクティブマトリクス基板という。

【0069】本発明においては、このアクティブマトリクス基板上に窒化珪素、酸化タンタル及びまたは炭素といった無機膜からなるバリア層 45 を形成させた後、有機樹脂膜からなるカバー層 46 を図 1 (C) で説明したような電界塗布法で形成する。このときカバー層 46 を形成するために用いる有機樹脂液の粘性は、 $1 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$  であることが好ましい。又、このとき形成されるカバー層の膜厚は、 $0.1 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$  が好ましいが、塗布と乾燥を繰り返すことで膜厚をこれ以上に厚くすることも可能である。

【0070】カバー層 46 を形成させた時点で自発光装置の封止が完了したことになるが、カバー層 46 の上にガラス基板、石英基板またはプラスチック基板といった封止基板を設けて封止構造を完成してもよい。なお、このときカバー層 46 にアクティブマトリクス基板と封止基板を密着させるための接着剤としての役割を持たせても良い。

【0071】なお、ここで EL 層の劣化の原因となる水分または酸素に対する対策として有機樹脂膜からなるカバー層内に酸化バリウムといった乾燥剤や酸化防止剤を加えておくことも可能である。

【0072】〔実施例 2〕本発明の実施例における画素部とその周辺に設けられる駆動回路部の TFT を同時に作製する方法について図 4～図 6 を用いて説明する。但

し、説明を簡単にするために、駆動回路に関しては基本回路である CMOS 回路を図示することとする。

【0073】まず、図 4 (A) に示すように、ガラス基板 300 上に下地膜 301 を 300 nm の厚さに形成する。本実施例では下地膜 301 として 100 nm 厚の窒化酸化珪素膜と 200 nm の窒化酸化珪素膜とを積層して用いる。この時、ガラス基板 300 に接する方の窒素濃度を 10～25 wt% としておくとも良い。もちろん下地膜を設けずに石英基板上に直接素子を形成しても良い。

【0074】次に下地膜 301 の上に 50 nm の厚さの非晶質珪素膜（図示せず）を公知の成膜法で形成する。なお、非晶質珪素膜に限定する必要はなく、非晶質構造を含む半導体膜（微結晶半導体膜を含む）であれば良い。さらに非晶質シリコンゲルマニウム膜などの非晶質構造を含む化合物半導体膜でも良い。また、膜厚は 20～100 nm の厚さであれば良い。

【0075】そして、公知の技術により非晶質珪素膜を結晶化し、結晶質珪素膜（多結晶シリコン膜若しくはポリシリコン膜ともいう）302 を形成する。公知の結晶化方法としては、電熱炉を使用した熱結晶化方法、レーザー光を用いたレーザーアニール結晶化法、赤外光を用いたランプアニール結晶化法がある。本実施例では、XeCl ガスを用いたエキシマレーザー光を用いて結晶化する。

【0076】なお、本実施例では線状に加工したパルス発振型のエキシマレーザー光を用いるが、矩形であっても良いし、連続発振型のアルゴンレーザー光や連続発振型のエキシマレーザー光を用いることもできる。

【0077】本実施例では結晶質珪素膜を TFT の活性層として用いるが、非晶質珪素膜を用いることも可能である。また、オフ電流を低減する必要のあるスイッチング用 TFT の活性層を非晶質珪素膜で形成し、電流制御用 TFT の活性層を結晶質珪素膜で形成することも可能である。非晶質珪素膜はキャリア移動度が低いので電流を流しにくくオフ電流が流れにくい。即ち、電流を流しにくい非晶質珪素膜と電流を流しやすい結晶質珪素膜の両者の利点を生かすことができる。

【0078】次に、図 4 (B) に示すように、結晶質珪素膜 302 上に酸化珪素膜でなる保護膜 303 を 130 nm の厚さに形成する。この厚さは 100～200 nm（好ましくは 130～170 nm）の範囲で選べば良い。また、珪素を含む絶縁膜であれば他の膜でも良い。この保護膜 303 は不純物を添加する際に結晶質珪素膜が直接プラズマに曝されないようにするためと、微妙な濃度制御を可能にするために設ける。

【0079】そして、その上にレジストマスク 304 a、304 b を形成し、保護膜 303 を介して n 型を付与する不純物元素（以下、n 型不純物元素という）を添加する。なお、n 型不純物元素としては、代表的には 15

10

20

30

40

50

族に属する元素、典型的にはリン又は砒素を用いることができる。なお、本実施例ではホスフィン ( $\text{PH}_3$ ) を質量分離しないでプラズマ励起したプラズマ (イオン) ドーピング法を用い、リンを  $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  の濃度で添加する。勿論、質量分離を行うイオンインプランテーション法を用いても良い。

【0080】この工程により形成される n 型不純物領域 305 には、n 型不純物元素が  $2 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$  (代表的には  $5 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ ) の濃度で含まれるようにドーズ量を調節する。

【0081】次に、図 4 (C) に示すように、保護膜 303 およびレジスト 304a、304b を除去し、添加した 15 族に属する元素の活性化を行う。活性化手段は公知の技術を用いれば良いが、本実施例ではエキシマレーザー光の照射により活性化する。勿論、パルス発振型でも連続発振型でも良いし、エキシマレーザー光に限定する必要はない。但し、添加された不純物元素の活性化が目的であるので、結晶質珪素膜が溶融しない程度のエネルギーで照射することが好ましい。なお、保護膜 303 をつけたままレーザー光を照射しても良い。

【0082】なお、このレーザー光による不純物元素の活性化に際して、熱処理による活性化を併用しても構わない。熱処理による活性化を行う場合は、基板の耐熱性を考慮して  $450 \sim 550^\circ\text{C}$  程度の熱処理を行えば良い。

【0083】この工程により n 型不純物領域 305 の端部、即ち、n 型不純物領域 305、の周囲に存在する n 型不純物元素を添加していない領域との境界部 (接合部) が明確になる。このことは、後に TFT が完成した時点において、LDD 領域とチャネル形成領域とが非常に良好な接合部を形成しうることを意味する。

【0084】次に、図 4 (D) に示すように、結晶質珪素膜の不要な部分を除去して、島状の半導体膜 (以下、活性層という) 306~309 を形成する。

【0085】次に、図 4 (E) に示すように、活性層 306~309 を覆ってゲート絶縁膜 310 を形成する。ゲート絶縁膜 310 としては、 $10 \sim 200 \text{nm}$ 、好ましくは  $50 \sim 150 \text{nm}$  の厚さの珪素を含む絶縁膜を用いれば良い。これは単層構造でも積層構造でも良い。本実施例では  $110 \text{nm}$  厚の窒化酸化珪素膜を用いる。

【0086】次に、 $200 \sim 400 \text{nm}$  厚の導電膜を形成し、パターンニングしてゲート電極 311~315 を形成する。このゲート電極 311~315 の端部をテーパ状にすることもできる。なお、本実施例ではゲート電極と、ゲート電極に電気的に接続された引き回しのための配線 (以下、ゲート配線という) とを別の材料で形成する。具体的にはゲート電極よりも低抵抗な材料をゲート配線として用いる。これは、ゲート電極としては微細加工が可能な材料を用い、ゲート配線には微細加工はできなくとも配線抵抗が小さい材料を用いるためである。

勿論、ゲート電極とゲート配線とを同一材料で形成しても構わない。

【0087】また、ゲート電極は単層の導電膜で形成しても良いが、必要に応じて二層、三層といった積層膜とすることが好ましい。ゲート電極の材料としては公知のあらゆる導電膜を用いることができる。ただし、上述のように微細加工が可能、具体的には  $2 \mu\text{m}$  以下の線幅にパターンニング可能な材料が好ましい。

【0088】代表的には、タンタル (Ta)、チタン (Ti)、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、クロム (Cr)、シリコン (Si) から選ばれた元素でなる膜、または前記元素の窒化物膜 (代表的には窒化タンタル膜、窒化タングステン膜、窒化チタン膜)、または前記元素を組み合わせた合金膜 (代表的には Mo-W 合金、Mo-Ta 合金)、または前記元素のシリサイド膜 (代表的にはタングステンシリサイド膜、チタンシリサイド膜) を用いることができる。勿論、単層で用いても積層して用いても良い。

【0089】本実施例では、 $50 \text{nm}$  厚の窒化タンタル (Ta<sub>2</sub>N) 膜と、 $350 \text{nm}$  厚のタンタル (Ta) 膜とからなる積層膜を用いる。これはスパッタ法で形成すれば良い。また、スパッタガスとして Xe、Ne 等の不活性ガスを添加すると応力による膜はがれを防止することができる。

【0090】またこの時、ゲート電極 312 は n 型不純物領域 305 の一部とゲート絶縁膜 310 を挟んで重なるように形成する。この重なった部分が後にゲート電極と重なった LDD 領域となる。なお、ゲート電極 313、314 は、断面では、二つに見えるが実際には電気的に接続されている。

【0091】次に、図 5 (A) に示すように、ゲート電極 311~315 をマスクとして自己整合的に n 型不純物元素 (本実施例ではリン) を添加する。こうして形成される不純物領域 316~323 には n 型不純物領域 305 の  $1/2 \sim 1/10$  (代表的には  $1/3 \sim 1/4$ ) の濃度でリンが添加されるように調節する。具体的には、 $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  (典型的には  $3 \times 10^{17} \sim 3 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ ) の濃度が好ましい。

【0092】次に、図 5 (B) に示すように、ゲート電極等を覆う形でレジストマスク 324a~324d を形成し、n 型不純物元素 (本実施例ではリン) を添加して高濃度にリンを含む不純物領域 325~329 を形成する。ここでもホスフィン ( $\text{PH}_3$ ) を用いたイオンドーピング法で行い、この領域のリンの濃度は  $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$  (代表的には  $2 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ ) となるように調節する。

【0093】この工程によって n チャンネル型 TFT のソース領域若しくはドレイン領域が形成されるが、スイッチング用 TFT では、図 5 (A) の工程で形成した n 型不純物領域 319~321 の一部を残す。この残された



領域が、図5におけるスイッチング用TFT201のLDD領域15a~15dに対応する。

【0094】次に、図5(C)に示すように、レジストマスク324a~324dを除去し、新たにレジストマスク332を形成する。そして、p型不純物元素（本実施例ではボロン）を添加し、高濃度にボロンを含む不純物領域333~336を形成する。ここではジボラン( $B_2H_6$ )を用いたイオンドープ法により $3 \times 10^{20} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ （代表的には $5 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ）の濃度となるようにボロンを添加する。

【0095】なお、不純物領域333~336には既に $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度でリンが添加されているが、ここで添加されるボロンはその少なくとも3倍以上の濃度で添加される。そのため、予め形成されていたn型の不純物領域は完全にp型に反転し、p型の不純物領域として機能する。

【0096】次に、レジストマスク332を除去した後、それぞれの濃度で添加されたn型またはp型不純物元素を活性化する。活性化手段としては、ファーネスアニール法、レーザーアニール法、またはランプアニール法で行うことができる。本実施例では電熱炉において窒素雰囲気中、550℃、4時間の熱処理を行う。

【0097】このとき雰囲気中の酸素を極力排除することが重要である。なぜならば酸素が少しでも存在していると露出したゲート電極の表面が酸化され、抵抗の増加を招くと共に後にオーミックコンタクトを取りにくくなるからである。従って、上記活性化工程における処理雰囲気中の酸素濃度は1ppm以下、好ましくは0.1ppm以下とすることが望ましい。

【0098】次に、活性化工程が終了したら図5(D)に示すように300nm厚のゲート配線337を形成する。ゲート配線337の材料としては、アルミニウム(A1)又は銅(Cu)を主成分（組成として50~100%を占める。）とする金属を用いれば良い。配置としては図3のようにゲート配線211とスイッチング用TFTのゲート電極19a、19b（図4(E)の313、314）が電気的に接続するように形成する。

【0099】このような構造とすることでゲート配線の配線抵抗を非常に小さくすることができるため、面積の大きい画像表示領域（画素部）を形成することができる。即ち、画面の大きさが対角10インチ以上（さらには30インチ以上）の自発光装置を実現する上で、本実施例の画素構造は極めて有効である。

【0100】次に、図6(A)に示すように、第1層間絶縁膜338を形成する。第1層間絶縁膜338としては、珪素を含む絶縁膜を単層で用いるか、2種類以上の珪素を含む絶縁膜を組み合わせた積層膜を用いれば良い。また、膜厚は400nm~1.5μmとすれば良い。本実施例では、200nm厚の窒化酸化珪素膜の上

に800nm厚の酸化珪素膜を積層した構造とする。

【0101】さらに、3~100%の水素を含む雰囲気中で、300~450℃で1~12時間の熱処理を行い、水素化処理をする。この工程は熱的に励起された水素により半導体膜の不對結合手を水素終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマ化して生成された水素を用いる）を行っても良い。

【0102】なお、水素化処理は第1層間絶縁膜338を形成する間に入れても良い。即ち、200nm厚の窒化酸化珪素膜を形成した後で上記のように水素化処理を行い、その後で残り800nmの膜厚の酸化珪素膜を形成してもよい。

【0103】次に、第1層間絶縁膜338及びゲート絶縁膜310に対してコンタクトホールを形成し、ソース配線339~342と、ドレイン配線343~345を形成する。なお、本実施例ではこの電極を、Ti膜を100nm、Tiを含むアルミニウム膜を300nm、Ti膜150nmをスパッタ法で連続形成した3層構造の積層膜とする。勿論、他の導電膜でも良い。

【0104】次に、50~500nm（代表的には200~300nm）の厚さで第1パッシベーション膜346を形成する。本実施例では第1パッシベーション膜346として300nm厚の窒化酸化珪素膜を用いる。これは窒化珪素膜で代用しても良い。

【0105】なお、窒化酸化珪素膜の形成に先立って $H_2$ 、 $NH_3$ 等水素を含むガスをういてプラズマ処理を行うことは有効である。この前処理により励起された水素が第1層間絶縁膜338に供給され、熱処理を行うことで、第1パッシベーション膜346の膜質が改善される。それと同時に、第1層間絶縁膜338に添加された水素が下層側に拡散するため、効果的に活性層を水素化することができる。

【0106】次に、図6(B)に示すように有機樹脂からなる第2層間絶縁膜347を形成する。有機樹脂としてはポリイミド、ポリアミド、アクリル樹脂またはBCB（ベンゾシクロブテン）といった材料を使用することができる。特に、第2層間絶縁膜347は平坦化の意味合いが強いため、平坦性に優れたアクリル樹脂が好ましい。本実施例ではTFTによって形成される段差を十分に平坦化しうる膜厚でアクリル樹脂膜を形成する。好ましくは1~5μm（さらに好ましくは2~4μm）とすれば良い。

【0107】次に、第2層間絶縁膜347及び第1パッシベーション膜346に対してコンタクトホールを形成し、ドレイン配線345と電気的に接続する画素電極348を形成する。本実施例では酸化インジウム・スズ(ITO)膜を110nmの厚さに形成し、パターニングを行って画素電極とする。また、酸化インジウムに2~20%の酸化亜鉛( $ZnO$ )を混合した化合物や、酸化亜鉛と酸化ガリウムからなる化合物を透明電極として

用いても良い。この画素電極がEL素子の陽極となる。

【0108】次に、図6(C)に示すように、樹脂材料からなるバンク349を形成する。バンク349は合計で1~2 $\mu$ mの膜厚のアクリル樹脂膜またはポリイミド膜といった膜をパターンニングして形成すれば良い。このバンク349は図6に示したように、画素と画素との間にストライプ状に形成する。本実施例ではソース配線341に沿って形成するがゲート配線337に沿って形成しても良い。

【0109】次に、EL層350を、図1(C)で説明した電界塗布法により形成する。なお、ここでは一面素しか図示していないが、実施例1で説明したようにR(赤)、G(緑)、B(青)の各色に対応したEL層をそれぞれ形成する。

【0110】まず、材料室に備えられたEL層用塗布液を超音波振動子による超音波振動で霧状にする。この霧状のEL層用塗布液を電極にかけられた電圧が与える電界で帯電せると、材料室の外部に設けられた引き出し電極により引き出すことができる。引き出されたEL層用塗布液は、加速電極により飛翔方向に加速された後、制御電極で制御して、基板110上の所望の位置に塗布することができる。

【0111】本発明においては、まず、材料室から赤色EL層用塗布液を霧状のEL層用塗布液として引き出し電極により引き出し、加速電極により加速した後、制御電極により制御して、画素上の赤色に発光する画素列にEL層を形成する。次に基板を横方向に移動した後、材料室から緑色EL層用塗布液を塗布し、緑色に発光すべき画素列を形成する。さらに基板を横方向に移動して材料室から青色EL層用塗布液を塗布し、青色に発光すべき画素列を形成する。

【0112】以上のように、基板を移動しながら赤、緑、青色に発光する画素列を順次塗布することで3色のストライプ状のEL層を形成する。なお、本実施例では一面素しか図示されていないが、同じ色に発光するEL層は、一列ずつ形成しても良いし、同時に形成しても良い。また、必要に応じては、材料室と基板の間にマスクを設けたり、マスクに電界をかけて塗布液の塗布位置を制御することも可能である。

【0113】本実施例では、EL材料としては、赤色に発光するEL層にはシアノポリフェニレンビニレン、緑色に発光するEL層にはポリフェニレンビニレン、青色に発光するEL層にはポリフェニレンビニレン若しくはポリアルキルフェニレンを用いれば良い。膜厚は30~150nm(好ましくは40~100nm)とすれば良い。

【0114】EL層350としては公知の材料を用いることができる。公知の材料としては、駆動電圧を考慮すると有機材料を用いるのが好ましい。なお、本実施例ではEL層350は、上記EL材料から形成される、いわ

ゆる発光層のみの単層構造とするが、必要に応じて電子注入層、電子輸送層、正孔輸送層、正孔注入層、電子阻止層もしくは正孔素子層を設けても良い。また、本実施例ではEL素子の陰極351としてMgAg電極を用いた例を示すが、公知の他の材料であっても良い。

【0115】本実施例では、電界制御による電界塗布法を示したが、インクジェット法やEL層用材料を荷電粒子として制御して塗布する方法を用いても良い。

【0116】なお、発光層は、各色ごとに塗布され形成されるが、電子注入層、電子輸送層、正孔輸送層、正孔注入層、電子阻止層もしくは正孔素子層を形成する場合は、発光層を形成する材料が異なっても、関係なく同一材料をスピコート法、塗布法といった方法を用いて、一度に形成してもよい。

【0117】EL層350を形成した後、陰極(MgAg電極)351を真空蒸着法により形成する。なお、EL層350の膜厚は80~200nm(典型的には100~120nm)、陰極351の厚さは180~300nm(典型的には200~250nm)とすれば良い。

【0118】さらに、陰極351上には、保護電極352を設ける。保護電極352としてはアルミニウムを主成分とする導電膜を用いると良い。保護電極352は、マスクを用いて真空蒸着法で形成すると良い。なお、基板上に保護電極まで形成した状態を本明細書中では、アクティブマトリクス基板という。

【0119】保護電極352まで完成したアクティブマトリクス基板上には、さらに外気に曝されないようにして、バリア層353を形成する。本実施例においては、バリア層353を形成する材料として酸化タンタルを用いるが、窒化珪素、窒化アルミニウムもしくは炭素膜、具体的にはDLC膜といった無機材料を用いても良い。また、本実施例においてバリア層353は、スパッタリング法を用いて形成するが、プラズマCVD法といった室温で成膜できる方法を用いることもできる。

【0120】バリア層353を形成したら、バリア層353の上に有機樹脂からなるカバー層354を形成する。なお、有機樹脂を溶媒に溶解したり、有機樹脂自体の粘度を適度に調節して有機樹脂液を作製した後、これを材料室に備えて電界塗布法により塗布し、カバー層354を形成する。このとき有機樹脂液の粘性は、 $1 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であることが好ましい。

【0121】また、この時カバー層を形成する有機樹脂液の内部に酸化バリウムといった吸湿剤や酸化防止剤を加えるとEL素子の劣化原因である水分や酸素の進入を防ぐのに効果的である。

【0122】本実施例の場合は、図6(C)に示すように、nチャネル型205の活性層は、ソース領域355、ドレイン領域356、LDD領域357及びチャネル形成領域358を含み、LDD領域357はゲート絶縁膜310を挟んでゲート電極312と重なっている。

【0123】ドレイン領域側のみにLDD領域を形成しているのは、動作速度を落とさないための配慮である。また、このnチャネル型TFT205はオフ電流値をあまり気にする必要はなく、それよりも動作速度を重視した方がよい。従って、LDD領域357は完全にゲート電極に重ねてしまい、極力抵抗成分を少なくすることが望ましい。即ち、いわゆるオフセットはなくした方がよい。

【0124】ところで、本実施例のアクティブマトリクス基板は、画素部だけでなく駆動回路部にも最適な構造のTFTを配置することにより、非常に高い信頼性を示し、動作特性も向上しうる。

【0125】まず、極力動作速度を落とさないようにホットキャリア注入を低減させる構造を有するTFTを、駆動回路部を形成するCMOS回路のnチャネル型TFT205として用いる。なお、ここでいう駆動回路としては、シフトレジスタ、バッファ、レベルシフト、サンプリング回路（サンプル及びホールド回路）などが含まれる。デジタル駆動を行う場合には、D/Aコンバータなどの信号変換回路も含まれうる。

【0126】次に、画素部のTFTとして、nチャネル型のスイッチング用TFTの断面構造を図7により説明する。なお、ここで用いた符号は、図2で用いた符号と対応している。

【0127】まず、図7に示したスイッチング用TFTであるが、図7(A)は、LDD領域15a~15dがゲート絶縁膜18を挟んでゲート電極19a及び19bと重ならないように設けられている。このような構造は、オフ電流値を低減する上で非常に効果的である。

【0128】これに対して、図7(B)には、これらのLDD領域15a~15dは設けられていない。図7(B)の構造とする場合には、図7(A)の構造を形成させる場合に比べて工程を減らすことができるので生産効率を向上することができる。

【0129】本発明において、スイッチング用TFTとしては、図7(A)及び図7(B)のどちらの構造を用いても良い。

【0130】次に、画素部のTFTとして、図8には、nチャネル型の電流制御用TFTの断面構造図を示す。なお、ここで用いた符号は、図2で用いた符号と対応している。

【0131】図8(A)に示した電流制御用TFTにおいて、ドレイン領域32とチャネル形成領域34との間にLDD領域33が設けられる。ここでは、LDD領域33がゲート絶縁膜18を挟んでゲート電極35に重なっている領域と重なっていない領域とを有する構造を示したが、図8(B)に示すようにLDD領域33を設けない構造としてもよい。

【0132】電流制御用TFTは、EL素子を発光させるための電流を供給すると同時に、その供給量を制御し

て階調表示を可能とする。そのため、電流を流しても劣化しないようにホットキャリア注入による劣化対策を講じておく必要がある。

【0133】ホットキャリア注入による劣化に関しては、ゲート電極に対してLDD領域が重なった構造が非常に効果的であることが知られている。そのため、図8(A)に示したようにゲート絶縁膜18を挟んでゲート電極35に重なっている領域にLDD領域を設けるという構造が適当であるが、ここではオフ電流対策としてゲート電極に重ならないLDD領域も設けるという構造を示した。しかし、ゲート電極に重ならないLDD領域は、必ずしも設けなくて良い。また、場合によっては、図8(B)に示すようにこれらのLDD領域を設けなくても良い。

【0134】さらに、図8に示したTFT構造において、TFTにかかる電圧 $V_{DS}$ が10V以上であるときには、図8(A)で示した構造が好ましいがTFTにかかる電圧 $V_{DS}$ が10Vに満たない場合には図8(B)で示す構造が好ましい。

【0135】なお、図6(C)で示すカバー層354まで形成して気密性を高めたら、絶縁体上に形成された素子又は回路から引き回された端子と外部信号端子とを接続するためのコネクタ（フレキシブルプリントサーキット：FPC）を取り付けて製品として完成する。このような出荷できる状態にまでした状態を本明細書中では自発光装置（またはELモジュール）をという。

【0136】ここで、カバー層まで形成した本実施例のELモジュールについて図9(A)、(B)を用いて説明する。

【0137】本実施例のアクティブマトリクス型自発光装置は、ガラス基板901上に形成された、画素部902と、ゲート側駆動回路903と、ソース側駆動回路904を含む。画素部のスイッチング用TFT905はnチャネル型TFTであり、ゲート側駆動回路903に接続されたゲート配線906、ソース側駆動回路904に接続されたソース配線907の交点に配置されている。また、スイッチング用TFT905のドレインは電流制御用TFT908のゲートに接続されている。

【0138】さらに、電流制御用TFT908のソース側は電源供給線909に接続される。本実施例のような構造では、電源供給線909には接地電位（アース電位）が与えられている。また、電流制御用TFT908のドレインにはEL素子910が接続されている。また、このEL素子910の陽極には所定の電圧（3~12V、好ましくは3~5V）が加えられる。

【0139】そして、外部入出力端子となるFPC911には駆動回路部まで信号を伝達するための接続配線912、913、及び電源供給線909に接続された接続配線914が設けられている。

【0140】ここで、図9(A)をA-A'で切断した

断面図を図 9 (B) に示す。なお、図 9 (A)、(B) では同一の部位に同一の符号を用いている。一部には、図 6 と同一の部位に同一の符号を用いている。

【0141】図 9 (B) に示すように、基板 901 上には画素部 902、ゲート側駆動回路 903 を形成し、画素部 902 は電流制御用 TFT 202 とそれに電氣的に接続された画素電極 348 を含む複数の画素により形成する。また、ゲート側駆動回路 903 は n チャネル型 TFT 205 と p チャネル型 TFT 206 とを相補的に組み合わせた CMOS 回路を用いて形成する。

【0142】画素電極 348 は EL 素子の陽極として機能する。また、画素電極 348 間の隙間にはバンク 349 を形成し、バンク 349 の内側に EL 層 350 を形成する。また、その上に陰極 351 及び保護電極 352 を形成する。なおここで示した EL 素子の構造に限られる必要はなく素子構造を反対とし、画素電極を陰極としても構わない。

【0143】本実施例の場合、保護電極 352 は画素列ごとに共通の配線としても機能し、接続配線 912 を経由して FPC 911 に電氣的に接続されている。さらに、画素部 902 及びゲート側駆動回路 903 に含まれる素子は全て窒化珪素、酸化タンタルもしくは炭素（具体的には DLC 膜）といった無機材料からなるバリア層で覆われている。このバリア層 353 は省略することも可能であるが、各素子を外部と遮断する上で設けた方が好ましい。

【0144】次に、バリア層の上には、EL 素子を覆うようにしてカバー層 916 を設ける。カバー層 916 としては、PVC（ポリビニルクロライド）、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、アクリル樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）または EVA（エチレンビニルアセテート）を用いることができる。このカバー層 916 の内部に乾燥剤（図示せず）を設けておくと、吸湿効果を保ち続けられるので好ましい。

【0145】また、カバー層 916 の上には、ガラス、プラスチック、およびセラミックスでなる保護基板を設けることができる。さらに、カバー層 916 を用いて保護基板（図示せず）を接着する構造としても良い。

【0146】以上のように EL 素子 910 上にバリア層 353 及びカバー層 916 を設けることにより、EL 素子 910 を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素等の EL 層の酸化による劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い自発光装置を作製することができる。

【0147】また、図 9 に示した自発光装置の回路構成の一例を図 10 に示す。本実施例の自発光装置は、ソース側駆動回路 1001、ゲート側駆動回路 (A) 1007、ゲート側駆動回路 (B) 1011、画素部 1006 を有している。なお、本明細書中において、駆動回路部とはソース側処理回路およびゲート側駆動回路を含めた

総称である。

【0148】ソース側駆動回路 1001 は、シフトレジスタ 1002、レベルシフタ 1003、バッファ 1004、サンプリング回路（サンプル及びホールド回路）1005 を備えている。また、ゲート側駆動回路 (A) 1007 は、シフトレジスタ 1008、レベルシフタ 1009、バッファ 1010 を備えている。ゲート側駆動回路 (B) 1011 も同様な構成である。

【0149】ここでシフトレジスタ 1002、1008 は駆動電圧が 5~16V（代表的には 10V）であり、回路を形成する CMOS 回路に使われる n チャネル型 TFT は図 6 (C) の 205 で示される構造が適している。

【0150】また、レベルシフタ 1003、1009、バッファ 1004、1010 はシフトレジスタと同様に、図 6 (C) の n チャネル型 TFT 205 を含む CMOS 回路が適している。なお、ゲート配線をダブルゲート構造、トリプルゲート構造といったマルチゲート構造とすることは、各回路の信頼性を向上させる上で有効である。また、画素部 1006 は図 2 に示した構造の画素を配置する。

【0151】なお、上記構成は、図 4~6 に示した作製工程に従って TFT を作製することによって容易に実現することができる。また、本実施例では画素部と駆動回路部の構成のみ示しているが、本実施例の作製工程に従えば、その他にも信号分割回路、D/A コンバータ回路、オペアンプ回路、γ 補正回路など駆動回路以外の論理回路を同一絶縁体上に形成することが可能であり、さらにはメモリ部やマイクロプロセッサ等を形成しようと考えている。

【0152】また、本実施例の構成は、実施例 1 の構成と自由に組み合わせることができる。

【0153】〔実施例 3〕ここでは、図 1 (B) で示したのと異なる積層構造の作製について説明する。図 11 において、基板 1100 上に電流制御用 TFT 1101 を形成し、電流制御用 TFT 1101 に電氣的に接続された画素電極 1102 を図のように形成する。画素電極 1102 上には、EL 層 1103 を形成するが、本実施例ではインクジェット法を用いる。なお、本実施例で用いる EL 層用塗布液は、実施例 1 で用いたものと同様の材料を用いるとよい。

【0154】次に EL 層 1103 の上に、蒸着法を用いて陰極 1104 を形成する。なお陰極には、MgAg や Al-Li といった仕事関数の低い材料を用いると良い。陰極 1104 を形成した後で再びインクジェット法により有機樹脂膜からなるカバー層 1105 を画素部に均一に成膜する。なお、成膜するカバー層 1105 の膜厚は 10nm~300nm が好ましい。

【0155】また、有機樹脂からなるカバー層 1105 を形成する材料としては、硬度が高く、水分または酸素

といった物質を通しにくく、平坦性のある材料を用いると良い。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド、ポリアミドおよびシリコン樹脂といった有機樹脂が好ましい。なお、カバー層1105の形成にはインクジェット法を用いることから画素部分に選択的に形成することができる。

【0156】図12には、インクジェット法でアクティブマトリクス基板1200上の画素部1201にカバー層1202を形成する方法を示す。なお、ここに示す構造のヘッド1203からEL層を形成する塗布液やカバー層を形成する有機樹脂液を吐出する。なお、インクジェット法で知られるピエゾ方式には、MLP (Multi Layer Piezo) タイプとMLChip (Multi Layer Ceramic Hyper Integrated Piezo Segments) タイプがあるが、ここで示すヘッド1203は、セイコーエプソン社製のオンデマンドピエゾ駆動MLChip方式と呼ばれるヘッドである。

【0157】MLChipとは、セラミックでなる振動板1204、連通板1205、及び材料室板1206で材料室1207を形成し、振動板1204上にピエゾ素子1208を各材料室に対応して形成したアクチュエーターである。

【0158】そして、このMLChipに3枚のステンレスプレート (SUSプレート) を積層して、供給孔1209、リザーバー1210、ノズル1211を形成しヘッド1203を形成する。なお図12には、ノズル1211が二つ設けられている様子を示すが、ノズルの数はこれに限られることなく塗布する領域や塗布液によって一つであっても良いし、三つ以上設けられていても良い。

【0159】このMLChipからなる塗布装置の動作原理は、上部電極1212及び下部電極1213に電圧がかけられた際に、ピエゾ素子1208が振動することによるピエゾ素子1208と振動板1204の圧電効果であり、撓み振動である。つまり、この撓みにより材料室1207に圧力がかかり、材料室1207に備えられている有機樹脂液が押し出され、塗布がなされる。

【0160】図11に示すようにカバー層1105を形成した後、スパッタリング法を用いてカバー層1105を覆うようにバリア層1106を形成する。本実施例では、バリア層1106を炭素膜、具体的にはDLC膜 (ダイヤモンドライクカーボン) により形成する。しかし、バリア層1106を形成する材料は、これに限定する必要はなく、酸化タンタル、窒化アルミニウムまたは窒化珪素などを用いても良い。なお、バリア層1106はシャドウマスクを用いて選択的に形成する。

【0161】以上のようにカバー層1105及びバリア層1106をアクティブマトリクス基板上に形成することで、外部からEL素子の劣化原因となる水分や酸素の進入を防ぐことができる。

【0162】〔実施例4〕本実施例では本発明をパッシブ型 (単純マトリクス型) の自発光装置に用いた場合について説明する。説明には図13を用いる。図13において、1301はプラスチックからなる基板、1302は透明性の導電膜からなる陽極である。本実施例では、陽極1302として酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物をスパッタリング法により形成する。なお、図13では図示されていないが、複数本の陽極1302が紙面と平行な方向へストライプ状に配列されている。

10 【0163】また、ストライプ状に配列された陰極1305を紙面に垂直な方向に形成し、さらに陰極1305の間を埋めるようにバンク1303を形成する。

【0164】次に、EL材料からなるEL層1304a~1304cを実施例1で示した電界塗布法により形成する。なお、1304aは赤色に発光するEL層、1304bは緑色に発光するEL層、1304cは青色に発光するEL層である。用いる有機EL材料は実施例1と同様のものを用いれば良い。これらのEL層はバンク1303が形成する溝に沿って形成されるため、紙面に垂直な方向にストライプ状に形成される。

20 【0165】本実施例を実施することにより、基板上に赤、緑、青の三色の画素をストライプ状に形成する。なお、画素の色は、必ずしも三色である必要はなく、一色または、二色であってもよい。また、色は、赤、緑、青に限られることなく、黄色、オレンジ、グレーといった発色することが可能な他の色を用いてもよい。

【0166】まず、材料室に赤色EL層用塗布液を備えておく。この塗布液を外部に設けた電極が与える電界で引き出す。引き出されたEL層用塗布液は電界により制御され、所望の画素部に到達する。これにより、EL層が形成される。

30 【0167】まず、赤色EL層用塗布液を塗布する。塗布液を電界で制御するので選択的に画素部の所望の位置にEL層用塗布液を塗布することができる。なお、ノズルを一つの画素列を形成する方向に移動しながら塗布するとよい。

【0168】次に、ノズルを隣の画素列に塗布できるように移動した後、緑色EL層用塗布液を塗布する。さらにノズルを隣の画素列に移動させた後、青色EL層用塗布液を塗布して、画素部に赤、緑、青からなるストライプ状のEL層を形成する。

40 【0169】以上のような操作を繰り返すことで、図13に示すように画素部にストライプ状の画素を形成することができる。なお、同じ色の発光層は一つずつ形成しても良いし、同時に形成しても良い。

50 【0170】ここでいうEL層とは、発光層のみの単層構造を指しているが、電荷注入層、電荷輸送層といった発光に寄与する有機EL材料からなる層を用いることも可能である。発光層単層とする場合もありうるが、例えば正孔注入層と発光層とを積層した場合はその積層膜を

EL層と呼ぶ。

【0171】このとき、同じ色のライン状に隣り合う画素の相互の距離(D)は、EL層の膜厚(t)の5倍以上(好ましくは10倍以上)とすることが望ましい。これは、 $D < 5t$ では画素間でクロストークの問題が発生しうるからである。なお、距離(D)が離れすぎても高精細な画像が得られなくなるので、 $5t < D < 50t$ (好ましくは $10t < D < 35t$ )とすることが好ましい。

【0172】また、バンクを横方向にストライプ状に形成し、赤色に発光するEL層、緑色に発光するEL層及び青色に発光するEL層をそれぞれ横に形成しても良い。このときバンクは絶縁膜を介したゲート配線の上方に、ゲート配線に沿って形成する。

【0173】この場合も同じ色のライン状に隣り合う画素の相互の距離(D)は、EL層の膜厚(t)の5倍以上(好ましくは10倍以上)、さらに好ましくは $5t < D < 50t$ (好ましくは $10t < D < 35t$ )とすると良い。

【0174】以上のようにEL層用塗布液を電界で制御してEL層を形成することで塗布位置の制御が可能となる。

【0175】その後、図13では図示されていないが、複数本の陰極及び保護電極が紙面に垂直な方向が長手方向となり、且つ、陽極1302と直交するようにストライプ状に配列される。なお、本実施例では、陰極1305は、MgAgであり、保護電極1306はアルミニウム合金膜であり、それぞれ蒸着法により形成する。また、図示されていないが保護電極1306は所定の電圧が加わるように、後にFPCが取り付けられる部分まで配線が引き出されている。

【0176】以上のようにして基板1301上にEL素子を形成する。なお、本実施例では下側の電極が透光性の陽極となっているため、EL層1304a~1304cで発生した光は下面(基板1301)に放射される。しかしながら、EL素子の構造を反対にし、下側の電極を遮光性の陰極とすることもできる。その場合、EL層1304a~1304cで発生した光は上面(基板1301とは反対側)に放射されることになる。

【0177】保護電極1306を形成した後で、無機材料からなるバリア層1307を形成する。ここでは、窒化珪素、酸化タンタル、窒化アルミニウム、炭素(具体的にはDLC膜)といった無機材料を用いると良く、プラズマCVD法、スパッタリング法または蒸着法により形成することができるが、本実施例では、窒化珪素膜をスパッタリング法により形成する。なお、このときバリア層1307の膜厚は、10nm~100nmが好ましい。

【0178】次に、有機樹脂膜からなるカバー層1308をEL層と同様の方法で形成する。なお、ここで用い

る有機樹脂としては、ポリアミドやポリイミドといった材料を用いると良い。さらにこの有機樹脂膜には、乾燥剤(図示せず)として酸化バリウムを添加してもよい。最後に異方導電性フィルム1309を介してFPC1310を取り付けてパッシブ型の自発光装置が完成する。

【0179】図13では、基板上に形成されたEL素子上に無機樹脂膜からなるバリア層1307を形成し、バリア層1307の上にカバー層1308が形成される構造のパッシブ型自発光装置を示したが、図14に示すようにEL素子上にカバー層1407を形成した後、バリア層1408を形成する構造としても良い。

【0180】なお、本実施例の構成は、実施例1~実施例3のいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0181】〔実施例5〕本発明において、バリア層として炭素からなるDLC膜(ダイヤモンドライクカーボン)膜を用いることは有効である。但し、膜厚が厚すぎると透過率が落ちるので、膜厚は50nm以下(好ましくは10~20nm)とすることが好ましい。

【0182】DLC膜の特徴としては、 $1550\text{cm}^{-1}$ くらいに非対称のピークを有し、 $1300\text{cm}^{-1}$ くらいに肩をもつラマンスペクトル分布を有する。また、微小硬度計で測定した時に15~25GPaの硬度を示すほか、耐薬品性に優れるという特徴をもつ。従って、このようなDLC膜をEL素子上に成膜したり、EL素子上のカバー層の上に成膜することは、有効である。いずれにしてもDLC膜の成膜はスパッタリング法、ECRプラズマCVD法、高周波プラズマCVD法またはイオンビーム蒸着法といった方法を用いれば良い。

【0183】なお、本実施例の構成は実施例1~4のいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0184】〔実施例6〕本発明を実施してアクティブマトリクス型の自発光装置を作製する際に、基板としてシリコン基板(シリコンウェハ)を用いることは有効である。基板としてシリコン基板を用いた場合、画素部に形成するスイッチング用素子や電流制御用素子または駆動回路部に形成する駆動用素子を、従来のICやLSIなどに用いられているMOSFETの作製技術を用いて作製することができる。

【0185】MOSFETはICやLSIで実績があるように非常にばらつきの小さい回路を形成することが可能であり、特に電流値で階調表現を行うアナログ駆動のアクティブマトリクス型自発光装置には有効である。

【0186】なお、シリコン基板は遮光性であるので、EL層からの光は基板と反対側に放射されるような構造とする必要がある。本実施例の自発光装置はEL素子の構造的には図9と似ているが、画素部902、駆動回路部903を形成するTFTの代わりにMOSFETを用いる点で異なる。

【0187】なお、本実施例の構成は、実施例1～実施例5のいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0188】〔実施例7〕本発明を実施して形成された自発光装置は、自発光型であるため液晶表示装置に比べて明るい場所での視認性に優れ、しかも視野角が広い。従って、様々な電子機器の表示部として用いることができる。例えば、TV放送等を大画面で鑑賞するには対角30インチ以上（典型的には40インチ以上）のELディスプレイ（自発光装置を筐体に組み込んだディスプレイ）の表示部として本発明の自発光装置を用いるとよい。

【0189】なお、ELディスプレイには、パソコン用ディスプレイ、TV放送受信用ディスプレイ、広告表示用ディスプレイ等の全ての情報表示用ディスプレイが含まれる。また、その他にも様々な電子機器の表示部として本発明の自発光装置を用いることができる。

【0190】その様な本発明の電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはデジタルビデオディスク（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示するディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。特に、斜め方向から見ることの多い携帯情報端末は視野角の広さが重要視されるため、自発光装置を用いることが望ましい。それら電子機器の具体例を図15、図16に示す。

【0191】図15（A）はELディスプレイであり、筐体2001、支持台2002、表示部2003等を含む。本発明は表示部2003に用いることができる。ELディスプレイは自発光型であるためバックライトが必要なく、液晶ディスプレイよりも薄い表示部とすることができる。

【0192】図15（B）はビデオカメラであり、本体2101、表示部2102、音声入力部2103、操作スイッチ2104、バッテリー2105、受像部2106等を含む。本発明の自発光装置は表示部2102に用いることができる。

【0193】図15（C）は頭部取り付け型のELディスプレイの一部（右片側）であり、本体2201、信号ケーブル2202、頭部固定バンド2203、表示部2204、光学系2205、自発光装置2206等を含む。本発明は自発光装置2206に用いることができる。

【0194】図15（D）は記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDVD再生装置）であり、本体2301、記録媒体（DVD等）2302、操作スイッチ23

03、表示部（a）2304、表示部（b）2305等を含む。表示部（a）は主として画像情報を表示し、表示部（b）は主として文字情報を表示するが、本発明の自発光装置はこれら表示部（a）、（b）に用いることができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

【0195】図15（E）は携帯型（モバイル）コンピュータであり、本体2401、カメラ部2402、受像部2403、操作スイッチ2404、表示部2405等を含む。本発明の自発光装置は表示部2405に用いることができる。

【0196】図15（F）はパーソナルコンピュータであり、本体2501、筐体2502、表示部2503、キーボード2504等を含む。本発明の自発光装置は表示部2503に用いることができる。

【0197】なお、将来的に有機EL材料の発光輝度が高くなれば、出力した画像情報を含む光をレンズ等で拡大投影してフロント型若しくはリア型のプロジェクターに用いることも可能となる。

【0198】また、上記電気器具はインターネットやCATV（ケーブルテレビ）などの電子通信回線を通じて配信された情報を表示することが多くなり、特に動画情報を表示する機会が増してきている。有機EL材料の応答速度は非常に高いため、自発光装置は動画表示に好ましいが、画素間の輪郭がぼやけてしまったりは動画全体もぼやけてしまう。従って、画素間の輪郭を明瞭にするとこの本発明の自発光装置を電気器具の表示部として用いることは極めて有効である。

【0199】また、自発光装置は発光している部分が電力を消費するため、発光部分が極力少なくなるように情報を表示することが望ましい。従って、携帯情報端末、特に携帯電話や音響再生装置のような文字情報を主とする表示部に自発光装置を用いる場合には、非発光部分を背景として文字情報を発光部分で形成するように駆動することが望ましい。

【0200】ここで図16（A）は携帯電話であり、本体2601、音声出力部2602、音声入力部2603、表示部2604、操作スイッチ2605、アンテナ2606を含む。本発明の自発光装置は表示部2604に用いることができる。なお、表示部2604は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電力を抑えることができる。

【0201】また、図16（B）は音響再生装置、具体的には車載用オーディオであり、本体2701、表示部2702、操作スイッチ2703、2704を含む。本発明の自発光装置は表示部2702に用いることができる。また、本実施例では車載用オーディオを示すが、携帯型や家庭用の音響再生装置に用いても良い。なお、表示部2704は黒色の背景に白色の文字を表示することで消費電力を抑えられる。これは携帯型の音響再生装置

において特に有効である。

【0202】以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に用いることが可能である。また、本実施例の電気器具は実施例1～6に示したいずれの構成の自発光装置を用いても良い。

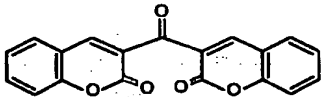
【0203】〔実施例8〕本発明において、三重項励起子からの燐光を発光に利用できるEL材料を用いることで、外部発光量子効率を飛躍的に向上させることができる。これにより、EL素子の低消費電力化、長寿命化、および軽量化が可能になる。ここで、三重項励起子を利用し、外部発光量子効率を向上させた報告を示す。

(T. Tsutsui, C. Adachi, S. Saito, Photochemical Processes in Organized Molecular Systems, ed. K. Honda, (Elsevier Sci. Pub., Tokyo, 1991) p. 437.)

上記の論文により報告されたEL材料(クマリン色素)の分子式を以下に示す。

【0204】

【化6】

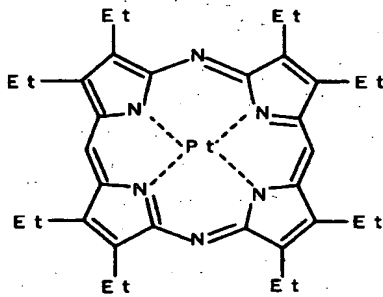


【0205】(M. A. Baldo, D. F. O'Brien, Y. You, A. Shoustikov, S. Sibley, M. E. Thompson, S. R. Forrest, Nature 395 (1998) p. 151.)

上記の論文により報告されたEL材料(Pt錯体)の分子式を以下に示す。

【0206】

【化7】



【0207】(M. A. Baldo, S. Lamansky, P. E. Burrows, M. E. Thompson, S. R. Forrest, Appl. Phys. Lett., 75 (1999) p. 4.)

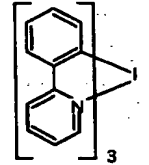
(T. Tsutsui, M.-J. Yang, M. Yahiro, K. Nakamura, T. Watanabe, T. Tsuji, Y. Fukuda, T. Wakimoto, S. Mayaguchi, Jpn. Appl. Phys., 38 (12B) (1999) L1502.)

上記の論文により報告されたEL材料(Ir錯体)の分

子式を以下に示す。

【0208】

【化8】



【0209】以上のように三重項励起子からの燐光発光を利用できれば原理的には一重項励起子からの蛍光発光を用いる場合より3～4倍の高い外部発光量子効率の実現が可能となる。なお、本実施例の構成は、実施例1～実施例7のいずれの構成とも自由に組みあわせて実施することが可能である。

【0210】

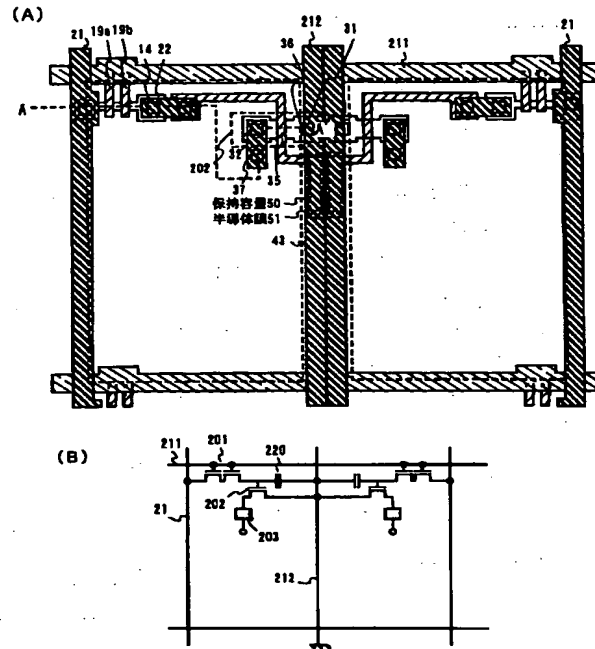
【発明の効果】本発明を実施することで、EL層及びカバー層を同一の塗布方法で形成することができる。これにより、大気解放することなく効率的にEL層、陰極、バリア層及びカバー層を同一のマルチチャンバーで連続的に形成することが可能である。また、バリア層及びカバー層を形成させることでEL層への水分や酸素の進入を防ぎ、EL層の劣化対策に効果的である。また、バリア層及びカバー層を形成することで封止構造が完成するので、通常の封止構造に比べると小型化、軽量化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

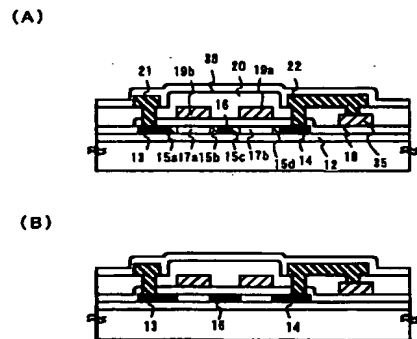
- 【図1】 本発明の薄膜形成方法を示す図。
- 【図2】 画素部の断面構造を示す図。
- 30 【図3】 画素部の上面構造及び構成を示す図。
- 【図4】 自発光装置の作製工程を示す図。
- 【図5】 自発光装置の作製工程を示す図。
- 【図6】 自発光装置の作製工程を示す図。
- 【図7】 画素部のTFETの断面構造を示す図。
- 【図8】 画素部のTFETの断面構造を示す図。
- 【図9】 自発光装置の外観を示す図。
- 【図10】 自発光装置の回路ブロック構成を示す図。
- 【図11】 アクティブマトリクス型の自発光装置の断面構造を示す図。
- 40 【図12】 薄膜形成方法を示す図。
- 【図13】 パッシブ型の自発光装置の断面構造を示す図。
- 【図14】 パッシブ型の自発光装置の断面構造を示す図。
- 【図15】 電気器具の具体例を示す図。
- 【図16】 電気器具の具体例を示す図。



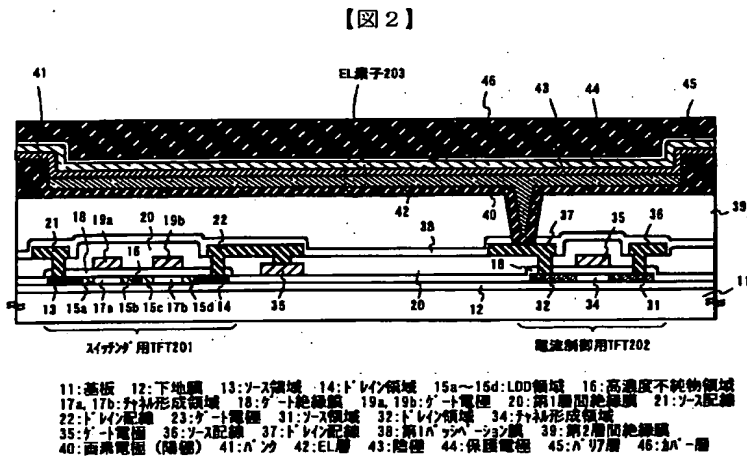
【図3】



【図 7】

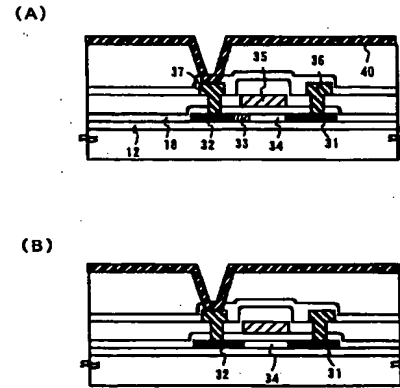


【図 10】

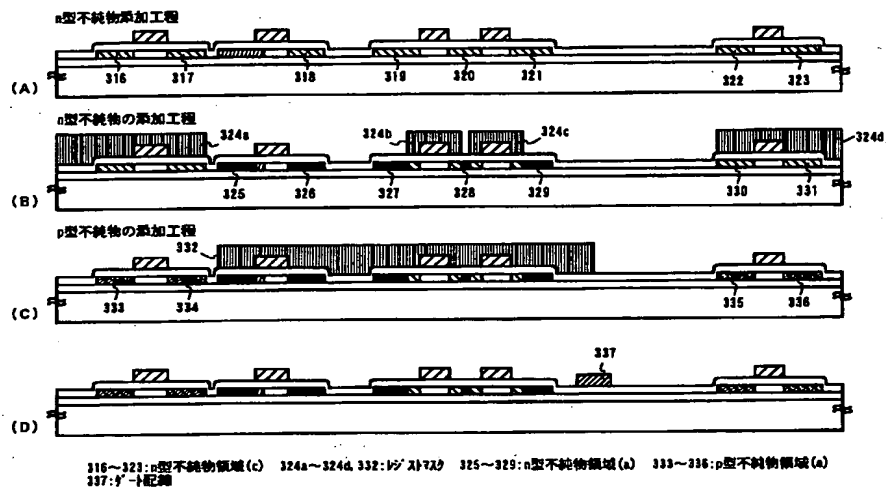


<p>1007: ゲート駆動回路 (A)</p>	<p>1008: シフトレジスタ</p>	<p>1009: レベルシフト</p>	<p>1010: パッファ</p>
<p>1006: 画面部</p>	<p>1001: ソース側駆動回路</p>	<p>1002: シフトレジスタ</p>	<p>1003: レベルシフト</p>
<p>1004: パッファ</p>	<p>1005: サンプリング回路</p>	<p>1011: ゲート駆動回路 (B)</p>	

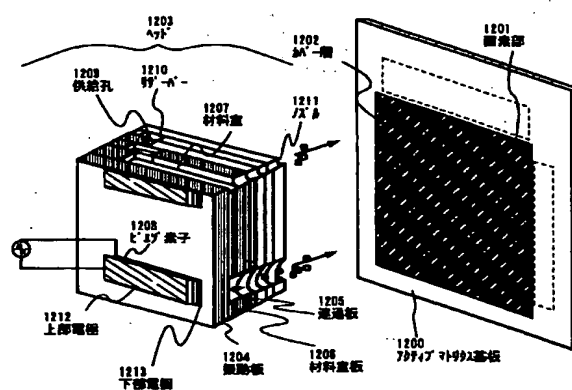
【図 8】



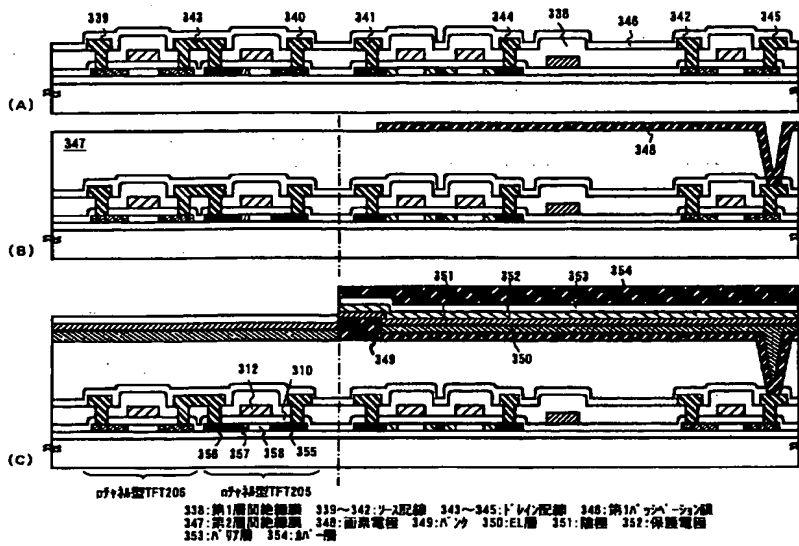
【図 5】



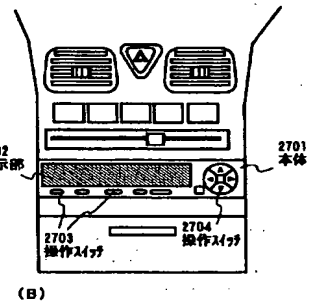
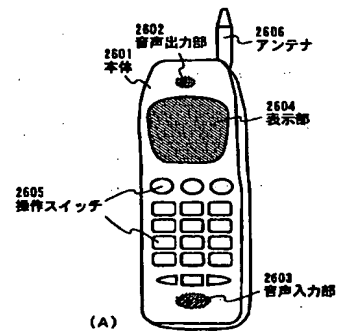
【图 1.2】



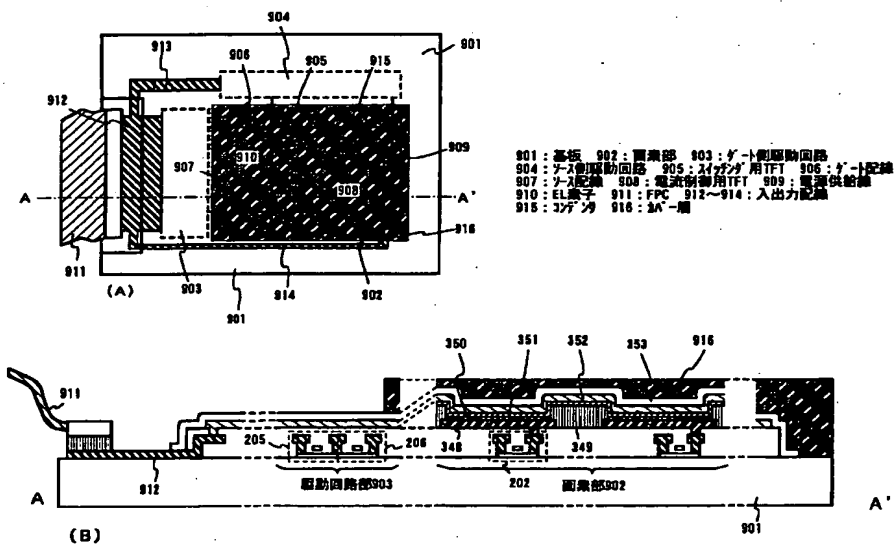
【図6】



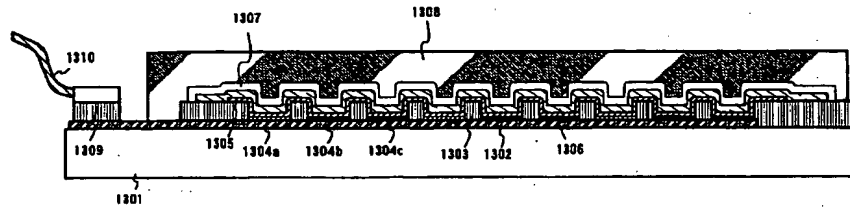
【図16】



【図9】

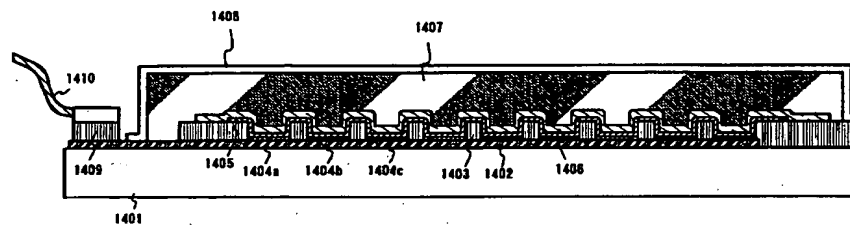


【図 13】



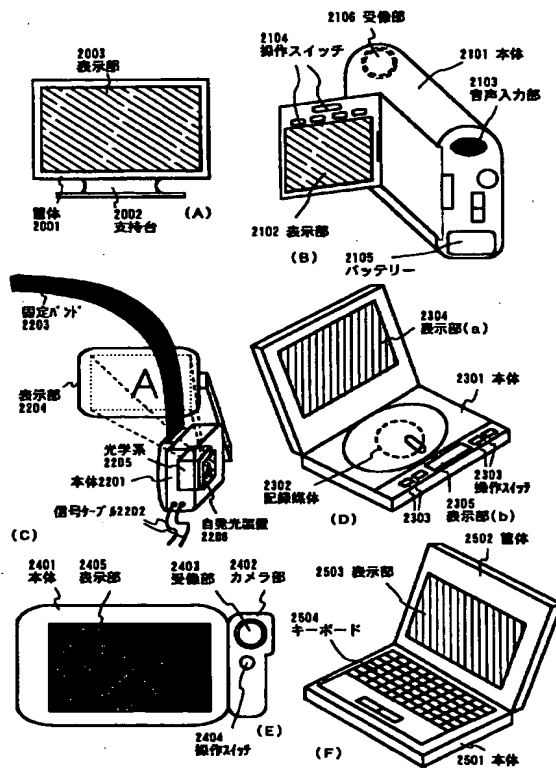
1301: 基板 1302: 陽極 1303: A'層 1304a~1304c: EL層 1305: 陰極  
 1306: 保護電極 1307: A'層 1308: A'層 1309: 異方導電性フィラ  
 1310: FPC

【図 14】



1401: 基板 1402: 陽極 1403: A'層 1404a~1404c: EL層 1405: 陰極  
 1406: 保護電極 1407: A'層 1408: A'層 1409: 異方導電性フィラ  
 1410: FPC

【図 15】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-345174

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl.

H05B 33/04  
H05B 33/10  
H05B 33/14

(21)Application number : 2001-087851

(71)Applicant : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB  
CO LTD

(22)Date of filing : 26.03.2001

(72)Inventor : YAMAZAKI SHUNPEI  
SHIBATA NORIKO

(30)Priority

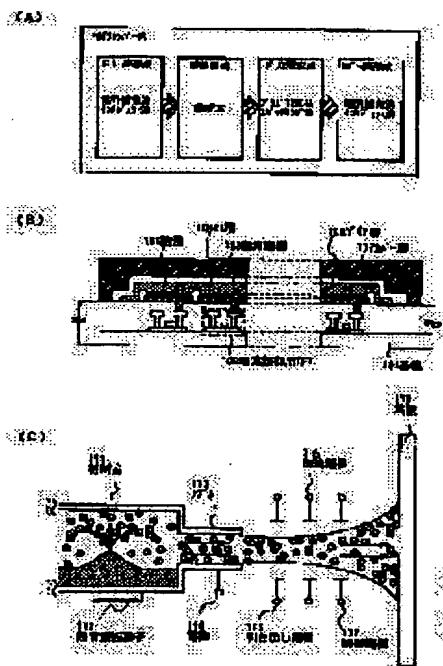
Priority number : 2000087355 Priority date : 27.03.2000 Priority country : JP

## (54) SPONTANEOUS LIGHT EMITTING DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form an EL layer of an EL element and a cathode with the same multichamber, and to continuously form a layer for sealing the EL element on the EL element.

SOLUTION: The EL layer, the cathode, a barrier layer and a cover layer can be continuously formed with the same multichamber as shown in a drawing 1 (A) by forming the EL layer and the cover layer by the same film forming method. This constitution can form a sealed structure of the EL element shown in a drawing 1 (B).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] Spontaneous light equipment characterized by having the film which consists the aforementioned EL element of wrap inorganic material, and the film which consists of a wrap organic material the film which consists of the aforementioned inorganic material in the spontaneous light equipment which has an EL element.

[Claim 2] Spontaneous light equipment characterized by having the film which consists the aforementioned cathode of wrap inorganic material, and the film which consists of a wrap organic material the film which consists of the aforementioned inorganic material in the spontaneous light equipment which has the EL element which consists of an anode plate, an EL layer, and cathode.

[Claim 3] Spontaneous light equipment characterized by having the film which consists of inorganic material which touches the aforementioned EL element in the spontaneous light equipment which has an EL element, and the film which consists of an organic material which touches the film which consists of the aforementioned inorganic material.

[Claim 4] Spontaneous light equipment characterized by having the film which consists of inorganic material which touches the aforementioned cathode in the spontaneous light equipment which

has the EL element which consists of an anode plate, an EL layer, and cathode, and the film which consists of an organic material which touches the film which consists of the aforementioned inorganic material.

[Claim 5] Spontaneous light equipment characterized by having the film which consists the aforementioned EL element of a wrap organic material, and the film which consists of wrap inorganic material the film which consists of the aforementioned organic material in the spontaneous light equipment which has an EL element.

[Claim 6] Spontaneous light equipment characterized by having the film which consists the aforementioned cathode of a wrap organic material, and the film which consists of wrap inorganic material the film which consists of the aforementioned organic material in the spontaneous light equipment which has the EL element which consists of an anode plate, an EL layer, and cathode.

[Claim 7] Spontaneous light equipment characterized by having the film which consists of an organic material which touches the aforementioned EL element in the spontaneous light equipment which has an EL element, and the film which consists of inorganic material which touches the film which consists of the aforementioned organic material.

[Claim 8] Spontaneous light equipment characterized by having the film which



consists of an organic material which touches the aforementioned cathode in the spontaneous light equipment which has the EL element which consists of an anode plate, an EL layer, and cathode, and the film which consists of inorganic material which touches the film which consists of the aforementioned organic material.

[Claim 9] The film which consists of the aforementioned inorganic material in any 1 of a claim 1 or the claims 8 is spontaneous light equipment characterized by the film clapper from a silicon nitride, tantalum oxide, aluminum nitride, or carbon.

[Claim 10] The film which consists of the aforementioned organic material in any 1 of a claim 1 or the claims 9 is a polyamide, a polyimide, acrylic resin, or spontaneous light equipment characterized by the film clapper from benz-cyclo-butene.

[Claim 11] The thickness of the film which consists of the aforementioned organic material in any 1 of a claim 1 or the claims 10 is spontaneous light equipment characterized by being 0.1-20 micrometers.

[Claim 12] The film which the film which consists of the aforementioned inorganic material is a barrier layer in any 1 of a claim 1 or the claims 11, and consists of the aforementioned organic material is spontaneous light equipment characterized by being a cover layer.

[Claim 13] The electric appliance

characterized by using spontaneous light equipment according to claim 1 to 12.

[Claim 14] The production method of the spontaneous light equipment characterized by being the production method of spontaneous light equipment of having the EL element which consists of an anode plate, an EL layer, and cathode, forming the film which consists the aforementioned EL element of wrap inorganic material by CVD or the vacuum deposition, and forming the film which consists of a wrap organic material the film which consists of the aforementioned inorganic material by the ink-jet method.

[Claim 15] The production method of the spontaneous light equipment characterized by being the production method of spontaneous light equipment of having the EL element which consists of an anode plate, an EL layer, and cathode, forming the film which consists the aforementioned cathode of wrap inorganic material by CVD or the vacuum deposition, and forming the film which consists of a wrap organic material the film which consists of the aforementioned inorganic material by the ink-jet method.

[Claim 16] The production method of the spontaneous light equipment characterized by being the production method of spontaneous light equipment of having the EL element which consists of an anode plate, an EL layer, and cathode, forming the film which consists the aforementioned EL element of a wrap

organic material by the ink-jet method, and forming the film which consists of wrap inorganic material the film which consists of the aforementioned organic material by CVD or the vacuum deposition.

[Claim 17] The production method of the spontaneous light equipment characterized by being the production method of spontaneous light equipment of having the EL element which consists of an anode plate, an EL layer, and cathode, forming the film which consists the aforementioned cathode of a wrap organic material by the ink-jet method, and forming the film which consists of wrap inorganic material the film which consists of the aforementioned organic material by CVD or the vacuum deposition.

[Claim 18] The production method of the spontaneous light equipment characterized by forming the film which consists of a film which consists of the aforementioned EL layer, the aforementioned cathode, and the aforementioned inorganic material, and the aforementioned organic material in any 1 of a claim 14 or the claims 17 with the same membrane formation equipment.

[Claim 19] The production method of the spontaneous light equipment characterized by forming the film which serves as the aforementioned EL layer from the aforementioned organic

material by the electric-field applying method or the ink-jet method in any 1 of a claim 14 or the claims 18.

[Claim 20] The film which the film which consists of the aforementioned inorganic material is a barrier layer in any 1 of a claim 14 or the claims 19, and consists of the aforementioned organic material is the production method of the spontaneous light equipment characterized by being a cover layer.

#### DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the production method of an electric appliance of having the spontaneous light equipment in which the EL element which becomes with the structure which sandwiched the luminescent organic material (henceforth organic EL material) from which EL (Electro Luminescence) is obtained between an anode plate, cathode, and them was formed on the insulator, and its spontaneous light equipment, as a display (a display display or display monitor). In addition, the above-mentioned spontaneous light equipment is also called OLED (Organic Light Emitting Diodes).

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent

years, development of the display (spontaneous light equipment) using the EL element as a spontaneous light-corpuscle child using EL phenomenon of a luminescent organic material is progressing. Since it is a spontaneous light type and the angle of visibility is [ a back light like a liquid crystal display is unnecessary and ] still larger, promising \*\* of the spontaneous light equipment is carried out as a display of an electric appliance.

[0003] In addition, an EL element has the layer (it is hereafter described as EL layer) containing the organic compound with which electroluminescence (Electro Luminescence : luminescence generated by adding electric field) is acquired, an anode plate layer, and a catholyte. Although the luminescence in an organic compound has luminescence (phosphorescence) at the time of returning from luminescence at the time of returning from a singlet excitation state to a ground state (fluorescence), and a triplet excitation state to a ground state, this invention can be applied when which luminescence is used.

[0004] There are two kinds of spontaneous light equipment, a passive type (simple matrix type) and an active type (active-matrix type), and development is briskly performed by both. Active-matrix type spontaneous light equipment attracts attention especially now. Moreover, EL material used as EL

layer which can also be called center of an EL element is easier handling than low-molecular organic EL material, although low-molecular system organic EL material and macromolecule system (polymer system) organic EL material are studied, respectively, and a heat-resistant high polymer system organic EL material attracts attention.

[0005] The ink-jet method which the method of controlling by electric field and applying as the membrane formation method of polymer system organic EL material and SEIKO EPSON incorporated company advocate is mentioned.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention forms the film (it is hereafter called a cover layer) which consists of an EL layer and an organic material (organic resin) which covers an EL element and is formed on an EL element using the same method. In addition, the cover layer is effective for TFT or the stress relaxation of an EL element by consisting of an organic material formed on the cathode of the EL element which consists of an anode plate, an EL layer, and cathode, and preparing this cover layer. Furthermore the penetration to EL layer of moisture or oxygen can be prevented, and, thereby, degradation of EL layer can be prevented. Furthermore, it can prevent moisture and oxygen advancing to a cover layer or

EL layer by forming the film (it being hereafter called a barrier layer) which consists of inorganic material on a cover layer.

[0007] In addition, this invention makes it a technical problem to process continuously even from EL layer to cathode, a barrier layer, and a cover layer within the same multi chamber.

[0008] Moreover, let it be a technical problem to form a cover layer with a controllability sufficient in a desired position in this invention. Furthermore, while offering the spontaneous light equipment using such a means, and its production method, let it be a technical problem to offer the electric appliance which has such spontaneous light equipment as a display.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The multi chamber used in order to attain the above-mentioned technical problem is membrane formation equipment which has a sputtering room for forming the barrier layer which consists of the vacuum evaporation room and silicon nitride for forming the application room and cathode for carrying out application formation of the cover layer which consists of an EL layer and an organic material by the electric-field applying method or the ink-jet method by the vacuum deposition, or tantalum oxide.

[0010] In addition, in this invention, in applying the solution made to dissolve EL

material in a solvent and forming EL layer, it equips a material room with this solution. In this specification, this solution is called application liquid. And if application liquid becomes fog-like and has a charge, it will be controlled by the electric field given by the electrode, and membranes will be formed by the application position on a substrate.

[0011] Moreover, the cover layer equips the material room with the organic resin liquid which forms an organic resin film, and applies and forms this by the same method as EL stratification.

[0012] In addition, in this invention, after forming a barrier layer after forming a cover layer on the cathode of an EL element, and forming a barrier layer on the cathode of an EL element, it is good also as structure which forms a cover layer.

[0013]

[Embodiments of the Invention] Here explains the gestalt of operation of this invention using drawing 1. As shown in drawing 1 (A), EL layer, cathode, a barrier layer, and a cover layer can be continuously formed by the same multi chamber.

[0014] In addition, a barrier layer means the passivation film formed by the inorganic material prepared in order to prevent the penetration to EL layer of moisture or oxygen.

[0015] First, EL layer is formed at an application room using the electric-field

applying method or an ink-jet method. Next, cathode is made to form by the vacuum deposition at a vacuum evaporation room, and the inorganic film which consists of inorganic material called the diamond-like carbon (DLC) which consists of a silicon nitride, tantalum oxide, aluminum nitride, or carbon as a barrier layer is further formed using the sputtering method or a plasma CVD method on this cathode. The closure structure of spontaneous light equipment can be completed by finally forming a cover layer by the ink-jet method like the time of forming EL layer on a barrier layer at an application room.

[0016] Since the same method is used when forming EL layer and a cover layer as explained above, a film can be alternatively formed only in a desired position, and processing within the same chamber is possible.

[0017] The cross-section structure of the cascade screen formed in this invention is shown in drawing 1 (B). In drawing 1 (B), 101 is a glass substrate, and 102 is TFT for current control. Furthermore, 103 is a pixel electrode which consists of an electric conduction film of transparency electrically connected to TFT for current control. On the pixel electrode 103, it forms by method which was described with the EL layer 104 near at hand. Furthermore, cathode 105 is formed by the vacuum deposition on the EL layer 104.

[0018] Furthermore, after forming the barrier layer 106 which consists of inorganic films, such as a silicon nitride, tantalum oxide, or a DLC film that consists of carbon, on cathode 105, the cover layer 107 which consists of an organic resin film is formed by the same method of application as EL layer.

[0019] In case EL layer and a cover layer 107 are formed, the electric-field applying method which controls and applies application liquid by electric field is shown in drawing 1 (C). In drawing 1 (C), 110 is the substrate formed to the barrier layer among the laminated structures shown in drawing 1 (B). Moreover, 111 is a material room where it has the organic resin liquid for forming a cover layer. A ultrasonic vibrator 112 is formed in the material room 111, and an electrode 114 is formed in the nozzle 113 at the nose of cam of the material room 111 where organic resin liquid is emitted.

[0020] In the case of this invention, organic resin liquid becomes fog-like by the supersonic oscillation given to a ultrasonic vibrator 112 at the material room 111. The organic resin liquid which became fog-like here is charged by the electrode 114 prepared in the nozzle 113 of the material room 111, serves as a charged particle, and is formed by the position of the request on the active-matrix substrate 110.

[0021] The drawer electrode 115 pulls out the organic resin used as the charged

particle from a nozzle 113, an accelerating electrode 116 accelerates it in the flight direction, and further, a control electrode 117 controls an application position and applies to the position of a request of a substrate 110.

[0022] A laminated structure as shown in drawing 1 (B) can be formed within the same multi chamber by this, and the closure structure of spontaneous light equipment is completed.

[0023] In addition, in this invention, although the case where the cover layer which consists of an organic material was formed was shown after forming the barrier layer which covers an EL element to drawing 1 (B), and becomes it from inorganic material, after forming the cover layer which covers an EL element and consists of an organic material, you may form the barrier layer which consists of inorganic material.

[0024]

[Example] [Example 1] The plan is shown in drawing 3 (A), and the circuitry is shown for the cross section of the pixel section of the spontaneous light equipment in this invention in drawing 2 at drawing 3 (B). Two or more pixels are arranged in the shape of a stripe in fact, and the pixel section (image display section) is formed. In addition, the cross section which cut drawing 3 (A) by A-A' is equivalent to drawing 2. Therefore, since the common sign is used by drawing 2 and drawing 3, it is good to refer to both

drawings suitably. Moreover, both are the same structures although two pixels are illustrated in the plan of drawing 3.

[0025] In drawing 2, it is the insulator layer (henceforth a ground film) from which 11 becomes a substrate and 12 becomes a ground. The substrate which becomes by glass, a crystallized glass, a quartz, silicon, ceramics, the metal, or plastics as a substrate 11 can be used.

[0026] Moreover, although especially the ground film 12 is effective when using the substrate containing a movable ion, and the substrate which has conductivity, you may not prepare in a quartz substrate. What is necessary is just to use the insulator layer containing silicon (silicon) as a ground film 12. In addition, in this specification, "the insulator layer containing silicon" points out the insulator layer which specifically contains silicon, such as an oxidization silicon film, a silicon nitride film, or a nitriding oxidization silicon film (shown by SiOxNy), oxygen, or nitrogen at a predetermined rate.

[0027] Moreover, it is effective to make generation of heat of TFT emit by giving the heat dissipation effect to the ground film 12 in order to prevent degradation of TFT, or degradation of an EL element. All well-known material can be used for giving the heat dissipation effect.

[0028] Here, two TFT is formed in a pixel. 201 is TFT for switching, and it is formed by n channel type TFT, and 202 is TFT

for current control and is formed by p-channel type TFT.

[0029] However, in this invention, it is also possible for it not to be necessary to limit n channel type TFT and TFT for current control for TFT for switching to p-channel type TFT, and to set p-channel type TFT and TFT for current control to n channel type TFT for TFT for switching, or for both to use an n channel type or p-channel type TFT.

[0030] Between a barrier layer including the source field 13, the drain field 14, the LDD fields 15a-15d, the high concentration impurity range 16, and the channel formation fields 17a and 17b, the gate insulator layer 18, the gate electrodes 19a and 19b, and the 1st layer, TFT201 for switching has an insulator layer 20, the source wiring 21, and the drain wiring 22, and is formed.

[0031] Moreover, as shown in drawing 3, the gate electrodes 19a and 19b have double-gate structure electrically connected by the gate wiring 211 formed with another material (gate electrodes 19a and 19b low material [ \*\*\*\* ]). Of course, you may be the so-called multi-gate structure (structure containing the barrier layer which has two or more channel formation fields connected in series) not only of double-gate structure but a single gate or triple gate structure. Multi-gate structure is very effective when reducing an OFF state current value, and in this

invention, the switching element with a low OFF state current value is realized by making the switching element 201 of a pixel into multi-gate structure.

[0032] Moreover, a barrier layer is formed by the semiconductor film including the crystal structure. That is, a single crystal semiconductor film is sufficient and a polycrystal semiconductor film and a microcrystal semiconductor film are sufficient. Moreover, what is necessary is just to form the gate insulator layer 18 by the insulator layer containing silicon. Moreover, all electric conduction films can be used as a gate electrode, source wiring, or drain wiring.

[0033] Furthermore, in TFT201 for switching, the LDD fields 15a-15d are formed so that it may not lap with the gate electrodes 19a and 19b on both sides of the gate insulator layer 18. Such structure is very effective when reducing an OFF state current value.

[0034] In addition, it is still more desirable to prepare an offset field (field where it consists of a semiconductor layer of the same composition as a channel formation field, and a gate voltage is not impressed) between a channel formation field and a LDD field when lowering an OFF state current value. Moreover, in the case of the multi-gate structure of having two or more gate electrodes, the high concentration impurity range prepared between channel formation fields is effective for reduction of an OFF state

current value.

[0035] Next, between a barrier layer including the source field 31, the drain field 32, and the channel formation field 34, the gate insulator layer 18, the gate electrode 35, and the 1st layer, TFT202 for current control has an insulator layer 20, the source wiring 36, and the drain wiring 37, and is formed. In addition, although the gate electrode 35 has single-gate structure, you may be multi-gate structure.

[0036] As shown in drawing 2, the drain of TFT for switching is connected to the gate of TFT202 for current control. Specifically, the gate electrode 35 of TFT202 for current control is electrically connected through the drain field 14 of TFT201 for switching, and the drain wiring (it can also be called connection wiring) 22. Moreover, the source wiring 36 is connected to the current supply line 212.

[0037] Although TFT202 for current control is an element for controlling the amount of current poured into EL element 203, if degradation of an EL element is taken into consideration, it is not desirable to pass not much much current. Therefore, as for channel length (L), designing for a long time is desirable so that superfluous current may not flow to TFT202 for current control. It is made to be desirably set to 0.5-2micropixel A (preferably 1-1.5microA).

[0038] Moreover, what is necessary is just

to set typically to 2.0-2.5 micrometers the 0.5-3.5 micrometers (width of face) of the length of the LDD field formed in TFT201 for switching.

[0039] Moreover, the wiring which contains the gate electrode 35 of TFT202 for current control as shown in drawing 3 laps on both sides of the current supply line 212 and an insulator layer in the field shown by 50. Retention volume (capacitor) is formed in the field shown by 50 at this time. It is possible to also use for retention volume 50 the capacity formed by the insulator layer (not shown) and the current supply line 212 of the same layer as the semiconductor film 51 and a gate insulator layer. This retention volume 50 functions as a capacitor for holding the voltage concerning the gate electrode 35 of TFT202 for current control.

[0040] Moreover, if the amount of current which can be passed is seen from a viewpoint of making [ many ] it, what thickness of the barrier layer (especially channel formation field) of TFT202 for current control is thickened also for (preferably 50-100nm, still more preferably 60-80nm) is effective. On the contrary, in the case of TFT201 for switching, if an OFF state current value is seen from a viewpoint of making it small, what thickness of a barrier layer (especially channel formation field) is made thin also for (preferably 20-50nm, still more preferably 25-40nm) is effective.

[0041] 38 [ next, ] -- the 1st passivation



film -- it is -- thickness -- 10nm - 1 micrometer (preferably 200-500nm) -- then, it is good. As a material, the insulator layer (a nitriding oxidation silicon film or a silicon nitride film is especially desirable) containing silicon can be used.

[0042] On the 1st passivation film 38, an insulator layer (you may call it a flattening film) 39 is formed between the 2nd layer in a form which covers each TFT, and flattening of the level difference made by TFT is performed. Between the 2nd layer, as an insulator layer 39, an organic resin film is desirable and it is good to use a polyimide, a polyamide, acrylic resin, BCB (benz-cyclo-butene), etc. Of course, as long as sufficient flattening is possible, you may use an inorganic film.

[0043] It is very important to carry out flattening of the level difference by TFT by the insulator layer 39 between the 2nd layer. Since EL layer formed behind is very thin, poor luminescence may be caused when a level difference exists. Therefore, before forming a pixel electrode so that EL layer can be formed as much as possible in a flat side, it is desirable to carry out flattening.

[0044] Moreover, 40 is a pixel electrode (it is equivalent to the anode plate of an EL element) which becomes by the transparent electric conduction film, and after it reaches insulator layer 39 between the 2nd layer and opens a

contact hole (puncturing) in the 1st passivation film 38, it is formed so that it may connect with the drain wiring 37 of TFT202 for current control in formed opening.

[0045] With this operation gestalt, the electric conduction film which becomes with the compound of indium oxide and the tin oxide as a pixel electrode is used. Moreover, you may add a small amount of gallium to this. Furthermore, the compound of indium oxide and a zinc oxide, and a zinc oxide and the compound of an oxidation gallium can also be used.

[0046] If a pixel electrode is formed, the bank 41 which becomes with resin material will be formed. A bank carries out patterning of the acrylic resin or the polyimide film of 1-2-micrometer \*\*, and should just form it. This bank 41 is formed in the shape of a stripe between a pixel train and a pixel train. In this example, although formed along with the source wiring 21, you may form along with the gate wiring 35.

[0047] Next, it is formed by the electric-field applying method which the EL layer 42 explained by drawing 1 (C). In addition, although only 1 pixel is illustrated here, EL layer corresponding to each color of R (red), G (green), and B (blue) is formed.

[0048] Polymer system material is used as an organic EL material which forms EL layer. As a typical polymer system material, a poly para-phenylene vinylene

(PPV) system, a polyvinyl-carbazole (PVK) system, the poly fluorene system, etc. are mentioned.

[0049] In addition, although there is a thing of various molds as a PPV system organic EL material, the following molecular formulas are announced, for example.

"H.Shenk, H.Becker, O.Gelsen, E.Kluge, W.Kreuder, and H.Spreitzer, "Polymers for Light Emitting Diodes", Euro Display, Proceedings, 1999, p.33-37"

[0050]

[Formula 1]

[0051]

[Formula 2]

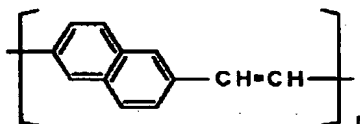
[0052] Moreover, the polyphenyl vinyl of the molecular formula indicated by JP,10-92576,A can also be used. A molecular formula is as follows.

[0053]

[Formula 3]

[0054]

[Formula 4]



[0055] Moreover, there are the following molecular formulas as a PVK system organic EL material.

[0056]

[Formula 5]

[0057] After also being able to melt and apply to a solvent in the state of polymer and melting and applying to a solvent in the state of a monomer, the polymerization of the polymer system organic EL material can also be carried out. When it applies in the state of a monomer, a polymer precursor is formed first, and by heating in a vacuum, a polymerization is carried out and it becomes polymer.

[0058] What is necessary is just to use a polyphenylene vinylene or the poly alkyl phenylene for a polyphenylene vinylene and EL layer which emits light blue as a concrete EL layer in EL layer which

emits light in red at a cyano polyphenylene vinylene and EL layer which emits light green. thickness -- 30-150nm (preferably 40-100nm) -- then, it is good

[0059] However, the above example is an example of organic EL material which can be used as an EL layer of this invention, and there is no need of limiting to this. In this invention, the mixture of organic EL material and a solvent is applied with an electric-field application method, and EL layer is formed by volatilizing a solvent and removing. Therefore, in case a solvent is volatilized, as long as it is the combination which does not exceed the glass transition temperature of EL layer, what organic EL material may be used, low-molecular EL material which was not described here may be used, or low-molecular material and polymeric materials may be made to use collectively and form.

[0060] Moreover, as a typical solvent, toluene, a xylene, a chlorobenzene, a dichlorobenzene, an anisole, chloroform, a dichloromethane, gamma butyl lactone, a butyl Cellosolve, a cyclohexane, NMP (N-methyl-2-pyrrolidone), a cyclohexanone, a dioxane, or THF (tetrahydrofuran) is mentioned. In addition, the solution made to dissolve the above-mentioned EL material in the above-mentioned solvent is called application liquid in this specification. Moreover, as for the viscosity of

application liquid, it is desirable that it is  $1 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-2}$  Pa·s.

[0061] First, the application liquid with which the material room 111 was equipped as shown in drawing 1 (C) becomes fog-like by the ultrasonic vibrator 112. It will pull out, if application liquid serves as a charged particle under the influence of the electric field by the electrode 114 by which this is prepared in the nozzle 113, and it is pulled out by the electrode 115 from a nozzle 113. After an accelerating electrode 116 accelerates, the pulled-out application liquid is controlled by the control electrode 117, and is applied to a desired position. This forms EL layer. In addition, application liquid is charged under the influence of the electric field given to the electrode 114 by which this application liquid is attached in the nozzle 113 at the moment of jumping out of the material room 111, and it becomes a charged particle.

[0062] In this invention, the application liquid for red EL layers with which the material room 111 is equipped can be first made into the shape of a fog, and the pixel train which emits light in the red on a pixel can be formed by controlling by electric field and applying. Next, the pixel train which emits light in red every two trains is formed, moving a substrate in the next direction of a pixel train by three trains. Next, the application liquid for green EL layers with which the material

room 111 is equipped is made to apply similarly, and the pixel train which should emit light green is formed every two trains. The application liquid for blue EL layers with which the material room 111 is furthermore equipped is made to apply similarly, and the pixel train which should emit light blue is formed.

[0063] Two or more pixel trains located in a line with red, green, blue, and three trains in the shape of a stripe can be made to form on a substrate by performing the above operation.

[0064] In addition, only the application liquid for EL layers may be replaced and used for the material room 111 equipped with the application liquid for EL layers, without changing together, whenever it changes the kind of application liquid for EL layers, and changing a material room. Moreover, the nozzle 113 attached in the material room 111 may not be restricted to one, and may be two or more.

[0065] Moreover, although not used here, you may control the position where a mask is applied to application liquid on a substrate through a mask in preparation for between the material room 111 and substrates. In addition, although the material room 111 and a mask may be prepared separately, it may really form and you may instrumentate.

[0066] Furthermore, since EL layer deteriorates easily by existence of moisture and oxygen in case the EL layer 42 is formed, as for processing

atmosphere, it is desirable to consider as atmosphere with little moisture and oxygen, and to carry out in inert gas, such as nitrogen and an argon. As a processing atmosphere, since the vapor rate of application liquid is controllable, it is also still better to make it the solvent atmosphere used for application liquid production.

[0067] If the EL layer 42 is formed as mentioned above, the cathode 43 and the protection electrode which next consist of a shading nature electric conduction film will be formed. In this example, the electric conduction film which consists of aluminum as a protection electrode 44 is used as cathode 43 using the electric conduction film which consists of MgAg.

[0068] In addition, since EL layer is weak with heat as mentioned above, as for cathode 43, it is desirable to form membranes if possible at low temperature (preferably temperature requirement from a room temperature to 120 degrees C). Therefore, it can be called the membrane formation method that a plasma CVD method and the sputtering method are desirable. Moreover, what was completed so far is called active-matrix substrate in this specification.

[0069] this invention -- setting -- this active-matrix substrate top -- a silicon nitride and tantalum oxide -- and -- or after making the barrier layer 45 which consists of an inorganic film called carbon

form, it forms by the electric-field applying method for having explained the cover layer 46 which consists of an organic resin film by drawing 1 (C) As for the viscosity of the organic resin liquid used in order to form a cover layer 46 at this time, it is desirable that it is  $1 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-2}$  Pa·s. Moreover, although the thickness of the cover layer formed at this time has 0.1 micrometers - desirable 20 micrometers, it is also possible to make thickness thicker than this by repeating an application and dryness.

[0070] Although it means that closure of spontaneous light equipment was completed when a cover layer 46 is made to form, a glass substrate, a quartz substrate, or a closure substrate called a plastic plate may be prepared on a cover layer 46, and closure structure may be completed. In addition, you may give a role of adhesives for sticking an active-matrix substrate and a closure substrate to a cover layer 46 at this time.

[0071] In addition, what the drying agent and antioxidant which are called a barium oxide are added also for in the cover layer which consists of an organic resin film as a cure into the moisture or oxygen which causes [ of EL layer ] degradation here is possible.

[0072] [Example 2] TFT of the pixel section in the example of this invention and the drive circuit section prepared around it is explained using drawing 4 - drawing 6 about how to produce

simultaneously. However, in order to simplify explanation, suppose that the CMOS circuit which is a basic circuit is illustrated about a drive circuit.

[0073] First, as shown in drawing 4 (A), the ground film 301 is formed on a glass substrate 300 at the thickness of 300nm. In this example, as a ground film 301, the laminating of the nitriding oxidization silicon film of 100nm \*\* and the 200nm nitriding oxidization silicon film is carried out, and they are used. At this time, it is good to make into 10 - 25wt% nitrogen concentration of the direction which touches a glass substrate 300. You may form a direct element on a quartz substrate, without, of course preparing a ground film.

[0074] Next, an amorphous silicon film (not shown) with a thickness of 50nm is formed by the well-known forming-membranes method on the ground film 301. In addition, what is necessary is just the semiconductor film (a microcrystal semiconductor film is included) which does not need to limit to an amorphous silicon film and includes amorphous structure. The compound semiconductor film which furthermore includes the amorphous structure of an amorphous silicon germanium film etc. is sufficient. Moreover, thickness should just be 20-100nm in thickness.

[0075] And an amorphous silicon film is crystallized with well-known technology, and the crystalline-substance silicon film

(it is also called a polycrystal silicon film or a polysilicon contest film) 302 is formed. As the well-known crystallization method, there are the heat crystallization method which used the electric heat furnace, a laser annealing crystallizing method using the laser beam, and the lamp annealing crystallizing method using infrared light. In this example, it crystallizes using the excimer laser light which used XeCl gas.

[0076] In addition, although a pulse oscillation type excimer laser light processed into the line is used in this example, you may be a rectangle and a continuous-oscillation type argon laser light and a continuous-oscillation type excimer laser light can also be used.

[0077] Although a crystalline-substance silicon film is used as a barrier layer of TFT in this example, it is also possible to use an amorphous silicon film. Moreover, it is also possible to form the barrier layer of TFT for switching with the need of reducing the OFF state current, by the amorphous silicon film, and to form the barrier layer of TFT for current control by the crystalline-substance silicon film. Since an amorphous silicon film has low carrier mobility, the OFF state current cannot flow easily that it is hard to pass current. That is, the advantage of both amorphous silicon film which cannot pass current easily, and crystalline-substance silicon film which is easy to pass current can be employed efficiently.

[0078] Next, as shown in drawing 4 (B), the protective coat 303 which becomes by the oxidization silicon film is formed on the crystalline-substance silicon film 302 at the thickness of 130nm. What is necessary is just to choose this thickness in 100-200nm (preferably 130-170nm). Moreover, other films are sufficient as long as it is an insulator layer containing silicon. This protective coat 303 is formed in order to enable concentration control delicate in order for a crystalline-substance silicon film not to be **\*\***(ed) by direct plasma, in case an impurity is added.

[0079] And the resist masks 304a and 304b are formed on it, and the impurity element (henceforth n type impurity element) which gives n type through a protective coat 303 is added. In addition, Lynn or arsenic can be used for the element and type target which belong to 15 groups typically as an n type impurity element. In addition, in this example, Lynn is added by the concentration of  $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> using the plasma (ion) doping method which carried out plasma excitation without carrying out mass separation of the phosphine (PH<sub>3</sub>). Of course, you may use the ion implantation method for performing mass separation.

[0080] In n type impurity range 305 formed of this process, a dose is adjusted so that n type impurity element may be contained by the concentration of  $2 \times 10^{16}$  -  $5 \times 10^{19}$  atoms/cm<sup>3</sup> (typically  $5 \times 10^{17}$  -

5x10<sup>18</sup> atoms/cm<sup>3</sup>).

[0081] Next, as shown in drawing 4 (C), the element which removes a protective coat 303 and Resists 304a and 304b, and belongs to 15 groups who added is activated. Although an activation means should just use well-known technology, it is activated by irradiation of excimer laser light by this example. Of course, a pulse oscillation type or a continuous-oscillation type may be used, and it is not necessary to limit to excimer laser light. However, since activation of the added impurity element is the purpose, it is desirable to irradiate with the energy which is the grade which a crystalline-substance silicon film does not fuse. In addition, you may irradiate a laser beam, with the protective coat 303 attached.

[0082] In addition, on the occasion of activation of the impurity element by this laser beam, you may use activation by heat treatment together. What is necessary is just to perform heat treatment of about 450-550 degrees C in consideration of the thermal resistance of a substrate, when performing activation by heat treatment.

[0083] The boundary section (joint) with the field which has not added n type impurity element which exists in the edge of n type impurity range 305, i.e., the circumference of n type impurity-range 305\*\*, according to this process becomes clear. This means that a

LDD field and a channel formation field can form a very good joint, when TFT is completed behind.

[0084] Next, as shown in drawing 4 (D), the unnecessary portion of a crystalline-substance silicon film is removed, and the island-like semiconductor films (henceforth a barrier layer) 306-309 are formed.

[0085] Next, as shown in drawing 4 (E), barrier layers 306-309 are covered and the gate insulator layer 310 is formed. What is necessary is just to use 10-200nm of insulator layers which contain silicon with a thickness of 50-150nm preferably as a gate insulator layer 310. Monolayer structure or a laminated structure is sufficient as this. In this example, the nitriding oxidization silicon film of 110nm \*\* is used.

[0086] Next, patterning of the electric conduction film of 200-400nm \*\* is formed and carried out, and the gate electrodes 311-315 are formed. The edge of these gate electrodes 311-315 can also be made into the shape of a taper. In addition, at this example, a gate electrode and the wiring for leading about electrically connected to the gate electrode (henceforth gate wiring) are formed with another material. concrete -- a gate electrode -- low -- material [ \*\*\*\* ] is used as gate wiring This is for wiring resistance to use a small material, even if micro processing is impossible for gate wiring using the material in which micro

processing is possible as a gate electrode. Of course, you may form a gate electrode and gate wiring with the same material.

[0087] Moreover, although a gate electrode may be formed by the electric conduction film of a monolayer, it is desirable to consider as cascade screens, such as a bilayer and three layers, if needed. All electric conduction films well-known as a material of a gate electrode can be used. However, the material in which patterning is possible in line breadth of 2 micrometers or less is possible [ micro processing ] as mentioned above and specifically desirable.

[0088] Typically A tantalum (Ta), titanium (Ti), molybdenum (Mo), A tungsten (W), chromium (Cr), the film that becomes by the element chosen from silicon (Si), or the nitride film (typical -- a tantalum-nitride film and a nitriding tungsten film --) of the aforementioned element A titanium-nitride film, the alloy film (typically a Mo-W alloy, a Mo-Ta alloy) which combined the aforementioned element, or the silicide film (typically a tungsten silicide film, a titanium silicide film) of the aforementioned element can be used. Of course, even if it uses by the monolayer, a laminating may be carried out and you may use.

[0089] In this example, the cascade screen which consists of a tantalum-nitride (Ta<sub>2</sub>N<sub>3</sub>) film of 50nm \*\* and a tantalum (Ta) film of 350nm \*\* is

used. What is necessary is just to form this by the spatter. Moreover, if inert gas, such as Xe and Ne, is added as spatter gas, film peeling by stress can be prevented.

[0090] Moreover, at this time, the gate electrode 312 is formed so that it may lap on both sides of the part and the gate insulator layer 310 of n type impurity range 305. This overlapping portion serves as a LDD field which lapped with the gate electrode behind. In addition, in the cross section, the gate electrode 313,314 is electrically connected in fact, although it is visible to two.

[0091] Next, as shown in drawing 5 (A), n type impurity element (this example Lynn) is added on a self-adjustment target by using the gate electrodes 311-315 as a mask. In this way, to the impurity ranges 316-323 formed, it adjusts so that Lynn may be added by the concentration of  $1 / 2 \sim 1/10$  of n type impurity range 305 (typically  $1 / 3 \sim 1/4$ ). Specifically, the concentration of  $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> (typically  $3 \times 10^{17} \sim 3 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>) is desirable.

[0092] Next, as shown in drawing 5 (B), the resist masks 324a-324d are formed for a gate electrode etc. with a wrap form, and the impurity ranges 325-329 which add n type impurity element (this example Lynn), and include Lynn in high concentration are formed. It carries out by the ion doping method for having used the phosphine (PH<sub>3</sub>) also here, and the



concentration of  $L_{\text{Lynn}}$  of this field is adjusted so that it may become  $1 \times 10^{20}$  -  $1 \times 10^{21}$  atoms/cm<sup>3</sup> (typically  $2 \times 10^{20}$  -  $5 \times 10^{21}$  atoms/cm<sup>3</sup>).

[0093] Although the source field or drain field of n channel type TFT is formed of this process, in TFT for switching, it leaves a part of n type impurity ranges 319-321 formed at the process of drawing 5 (A). This left-behind field is equivalent to the LDD fields 15a-15d of TFT201 for switching in drawing 5.

[0094] Next, as shown in drawing 5 (C), the resist masks 324a-324d are removed, and the resist mask 332 is newly formed. And p type impurity element (this example boron) is added, and the impurity ranges 333-336 which contain boron in high concentration are formed. Here, boron is added so that it may become the concentration of  $3 \times 10^{20}$  -  $3 \times 10^{21}$  atoms/cm<sup>3</sup> (typically  $5 \times 10^{20}$  -  $1 \times 10^{21}$  atoms/cm<sup>3</sup>) by the ion doping method for having used the diboron hexahydride (B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>).

[0095] In addition, although  $L_{\text{Lynn}}$  is already added by impurity ranges 333-336 by the concentration of  $1 \times 10^{20}$  -  $1 \times 10^{21}$  atoms/cm<sup>3</sup>, the boron added here is added by the concentration of at least 3 times or more. Therefore, it is completely reversed to p type, and the n type impurity range currently formed beforehand functions as a p type impurity range.

[0096] Next, after removing the resist

mask 332, n type or p type impurity element added by each concentration is activated. As an activation means, it can carry out by the furnace annealing method, the laser annealing method, or the lamp annealing method. In this example, 550 degrees C and heat treatment of 4 hours are performed among nitrogen-gas-atmosphere mind in an electric heat furnace.

[0097] It is important to eliminate the oxygen in atmosphere as much as possible at this time. It is because it is hard coming to take an ohmic contact behind while the front face of the gate electrode exposed when oxygen existed oxidizes and causing the increase in resistance. Therefore, as for the oxygen density in the processing atmosphere in the above-mentioned activation process, it is preferably desirable to be referred to as 0.1 ppm or less 1 ppm or less.

[0098] Next, if an activation process is completed, as shown in drawing 5 (D), the gate wiring 337 of 300nm \*\* will be formed. What is necessary is just to use the metal which makes aluminum (aluminum) or copper (Cu) a principal component (it considers as composition and 50 - 100% is occupied.) as a material of the gate wiring 337. It forms so that the gate electrodes 19a and 19b (313 [ of drawing 4 (E) ], 314) of TFT for switching may connect with the gate wiring 211 electrically like drawing 3 as arrangement.

[0099] Since wiring resistance of gate wiring can be made very small by considering as such structure, the image display field (pixel section) where area is large can be formed. That is, when the size of a screen realizes spontaneous light equipment of 10 inches or more (30 more inches or more) of vertical angles, the pixel structure of this example is very effective.

[0100] Next, as shown in drawing 6 (A), an insulator layer 338 is formed between the 1st layer. What is necessary is just to use the cascade screen which combined the insulator layer which uses the insulator layer containing silicon by the monolayer, or contains two or more kinds of silicon as an insulator layer 338 between the 1st layer. Moreover, thickness is just 400nm - 1.5 micrometers. In this example, it considers as the structure which carried out the laminating of the oxidization silicon film of 800nm \*\* on the nitriding oxidization silicon film of 200nm \*\*.

[0101] Furthermore, in the atmosphere containing 3 - 100% of hydrogen, heat treatment of 1 - 12 hours is performed at 300-450 degrees C, and a hydrogen treating is carried out. This process is a process which carries out hydrogen termination of the non-coupling hand of a semiconductor film by the hydrogen excited thermally. As other meanses of hydrogenation, you may perform plasma hydrogenation (the hydrogen generated

by plasma-izing is used).

[0102] In addition, while forming an insulator layer 338 between the 1st layer, you may put in a hydrogen treating. That is, after forming the nitriding oxidization silicon film of 200nm \*\*, a hydrogen treating may be performed as mentioned above, and it may remain after that, and the oxidization silicon film of 800nm thickness may be formed.

[0103] Next, a contact hole is formed to an insulator layer 338 and the gate insulator layer 310 between the 1st layer, and the source wiring 339-342 and the drain wiring 343-345 are formed. In addition, it considers as the cascade screen of the three-tiered structure which carried out the aluminum film which contains [ this electrode ] 100nm and Ti for Ti film by 300nm at this example, and carried out continuation formation of the 150nm of the Ti films by the spatter. Of course, other electric conduction films are sufficient.

[0104] Next, the 1st passivation film 346 is formed by the thickness of 50-500nm (typically 200-300nm). In this example, the nitriding oxidization silicon film of 300nm \*\* is used as the 1st passivation film 346. You may substitute a silicon nitride film for this.

[0105] In addition, it is effective to perform plasma treatment using the gas which contains H<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> grade hydrogen in advance of formation of a nitriding oxidization silicon film. The

membraneous quality of the 1st passivation film 346 is improved because the hydrogen excited by this pretreatment heat-treats by supplying an insulator layer 338 between the 1st layer. Since the hydrogen added by the insulator layer 338 between the 1st layer is spread in a lower layer side simultaneously with it, a barrier layer can be hydrogenated effectively.

[0106] Next, as shown in drawing 6 (B), while [ the 2nd layer ] consisting of an organic resin, an insulator layer 347 is formed. As an organic resin, material, such as a polyimide, a polyamide, acrylic resin, or BCB (benz-cyclo-butene), can be used. Between the 2nd layer, since especially the insulator layer 347 has the strong implications of flattening, its acrylic resin excellent in flat nature is desirable. At this example, an acrylic resin film is formed by the thickness which can fully carry out flattening of the level difference formed of TFT. desirable -- 1.5 micrometers (still more preferably 2-4 micrometers) -- then, it is good

[0107] Next, it reaches insulator layer 347 between the 2nd layer, a contact hole is formed to the 1st passivation film 346, and the pixel electrode 348 which connects with the drain wiring 345 electrically is formed. In this example, an indium-tin-oxide (ITO) film is formed in the thickness of 110nm, patterning is performed, and it considers as a pixel electrode. Moreover, you may use for

indium oxide the compound which mixed 2 - 20% of zinc oxide (ZnO), and the compound which consists of a zinc oxide and an oxidization gallium as a transparent electrode. This pixel electrode turns into an anode plate of an EL element.

[0108] Next, as shown in drawing 6 (C), the bank 349 which consists of resin material is formed. In total, a bank 349 carries out patterning of a film called the acrylic resin film or polyimide film of 1.2-micrometer thickness, and should just form it. This bank 349 is formed in the shape of a stripe between pixels, as shown in drawing 6 . In this example, although formed along with the source wiring 341, you may form along with the gate wiring 337.

[0109] Next, the EL layer 350 is formed by the electric-field applying method explained by drawing 1 (C). In addition, although only 1 pixel is illustrated here, as the example 1 explained, EL layer corresponding to each color of R (red), G (green), and B (blue) is formed, respectively.

[0110] First, the application liquid for EL layers with which the material room was equipped is made into the shape of a fog by the supersonic oscillation by the ultrasonic vibrator. If the application liquid for EL layers of the shape of this fog is electrified in the electric field which the voltage from which the electrode was missing gives, the drawer electrode

prepared in the exterior of a material room can draw out. After an accelerating electrode accelerates in the flight direction, the pulled-out application liquid for EL layers can be controlled by the control electrode, and can be applied to the position of the request on a substrate 110.

[0111] In this invention, after pulling out the application liquid for red EL layers as fog-like application liquid for EL layers from a material room, and an electrode's drawing out first and accelerating by the accelerating electrode, it controls by the control electrode and EL layer is formed in the pixel train which emits light in the red on a pixel. Next, after moving a substrate to a longitudinal direction, the application liquid for green EL layers is applied from a material room, and the pixel train which should emit light green is formed. Furthermore, a substrate is moved to a longitudinal direction, the application liquid for blue EL layers is applied from a material room, and the pixel train which should emit light blue is formed.

[0112] As mentioned above, EL layer of the shape of a stripe of three colors is formed by applying red and the pixel train which emits light green and blue one by one, moving a substrate. In addition, although only 1 pixel is illustrated in this example, EL layer which emits light in the same color may be formed a single tier every, and may be

formed simultaneously. Moreover, if the need is accepted, it is also possible to control the application position of application liquid, preparing a mask between a material room and a substrate, or applying electric field to a mask.

[0113] What is necessary is just to use a polyphenylene vinylene or the poly alkyl phenylene for a polyphenylene vinylene and EL layer which emits light blue as an EL material in this example in EL layer which emits light in red at a cyano polyphenylene vinylene and EL layer which emits light green. thickness -- 30-150nm (preferably 40-100nm) -- then, it is good

[0114] A material well-known as an EL layer 350 can be used. As a well-known material, when driver voltage is taken into consideration, it is desirable to use an organic material. In addition, in this example, although the EL layer 350 is made into the monolayer structure of only the so-called luminous layer formed from the above-mentioned EL material, it may prepare an electron-injection layer, an electronic transporting bed, an electron hole transporting bed, a hole-injection layer, an electronic blocking layer, or an electron hole element layer if needed. Moreover, although this example shows the example which used the MgAg electrode as cathode 351 of an EL element, you may be well-known other materials.

[0115] In this example, although the

electric-field applying method by electric-field control was shown, you may use the method of controlling the ink-jet method and the charge of EL layer material as a charged particle, and applying them.

[0116] In addition, although applied and formed for every color, a luminous layer may form the same material at once using methods, such as the spin coat method and the applying method, not related, even if the material which forms a luminous layer differs, when forming an electron-injection layer, an electronic transporting bed, an electron hole transporting bed, a hole-injection layer, an electronic blocking layer, or an electron hole element layer.

[0117] After forming the EL layer 350, cathode (MgAg electrode) 351 is formed by the vacuum deposition method. In addition, the thickness of the EL layer 350 should just set thickness of 80-200nm (typically 100-120nm) and cathode 351 to 180-300nm (typically 200-250nm).

[0118] Furthermore, the protection electrode 352 is formed on cathode 351. It is good to use the electric conduction film which makes aluminum a principal component as a protection electrode 352. As for the protection electrode 352, it is good to form by the vacuum deposition method using a mask. In addition, the state where it formed to the protection electrode on the substrate is called active-matrix substrate in this

specification.

[0119] On the active-matrix substrate completed to the protection electrode 352, as the open air does not \*\* further, the barrier layer 353 is formed. In this example, although tantalum oxide is used as a material which forms the barrier layer 353, you may specifically use a silicon nitride, alumimium nitride or a carbon film, and inorganic material called a DLC film. Moreover, although the barrier layer 353 is formed using the sputtering method in this example, the method of forming membranes at the room temperature of a plasma CVD method can also be used.

[0120] If the barrier layer 353 is formed, the cover layer 354 which consists of an organic resin will be formed on the barrier layer 353. In addition, after dissolving an organic resin in a solvent, or adjusting the viscosity of the organic resin itself moderately and producing organic resin liquid, this is applied by the electric-field applying method in preparation for a material room, and a cover layer 354 is formed. As for the viscosity of organic resin liquid, at this time, it is desirable that it is  $1 \times 10^{-3}$  -  $3 \times 10^{-2}$  Pa·s.

[0121] Moreover, if the desiccant and antioxidant which are called a barium oxide are added to the interior of the organic resin liquid which forms a cover layer at this time, it is effective for preventing penetration of the moisture

and oxygen which are the cause of degradation of an EL element.

[0122] As shown in drawing 6 (C) in the case of this example, in the LDD field 357, the barrier layer of n channel type 205 has lapped with the gate electrode 312 on both sides of the gate insulator layer 310 including the source field 355, the drain field 356, the LDD field 357, and the channel formation field 358.

[0123] The consideration for not reducing a working speed forms the LDD field only in a drain field side. Moreover, it is better for this n channel type TFT205 to seldom have cared about the OFF state current value, and to attach greater importance than to it to a working speed. Therefore, as for the LDD field 357, it is desirable to keep in a gate electrode in piles completely, and to lessen a resistance component as much as possible. Namely, it is better to abolish the so-called offset.

[0124] By the way, by arranging TFT of the optimal structure not only for the pixel section but the drive circuit section, the active-matrix substrate of this example shows very high reliability, and its operating characteristic may also improve.

[0125] First, TFT which has the structure of reducing hot carrier pouring so that a working speed may not be reduced as much as possible is used as n channel type TFT205 of the CMOS circuit which forms the drive circuit section. In addition, as a drive circuit here, a shift

register, a buffer, a level shifter, a sampling circuit (sample and hold circuit), etc. are contained. In performing a digital drive, signal transformation circuits, such as a D/A converter, are also included and it gets.

[0126] Next, drawing 7 explains the cross-section structure of n channel type TFT for switching as TFT of the pixel section. In addition, the sign used here corresponds with the sign used by drawing 2.

[0127] First, although it is TFT for switching shown in drawing 7, drawing 7 (A) is prepared so that the LDD fields 15a-15d may not lap with the gate electrodes 19a and 19b on both sides of the gate insulator layer 18. Such structure is very effective when reducing an OFF state current value.

[0128] On the other hand, these LDD fields 15a-15d are not established in drawing 7 (B). Since a process can be reduced compared with the case where the structure of drawing 7 (A) is made to form when considering as the structure of drawing 7 (B), productive efficiency can be improved.

[0129] In this invention, you may use which structure of drawing 7 (A) and drawing 7 (B) as TFT for switching.

[0130] Next, cross-section structural drawing of n channel type TFT for current control is shown in drawing 8 as TFT of the pixel section. In addition, the sign used here corresponds with the sign

used by drawing 2.

[0131] In TFT for current control shown in drawing 8 (A), the LDD field 33 is formed between the drain field 32 and the channel formation field 34. Although here showed the structure of having the field where the LDD field 33 has lapped with the gate electrode 35 on both sides of the gate insulator layer 18, and the field with which it has not lapped, it is good also as structure where the LDD field 33 is not formed as shown in drawing 8 (B).

[0132] TFT for current control controls the amount of supply, and enables a gradation display at the same time it supplies the current for making an EL element emit light. Therefore, [0133] which needs to take the cure against degradation by hot carrier pouring so that it may not deteriorate, even if it passes current About degradation by hot carrier pouring, it is known that the structure with which the LDD field lapped to the gate electrode is very effective. Therefore, although the structure of establishing a LDD field in the field which has lapped with the gate electrode 35 on both sides of the gate insulator layer 18 was suitable as shown in drawing 8 (A), the structure of also preparing the LDD field which does not lap with a gate electrode as a cure against the OFF state current here was shown. However, it is not necessary to necessarily prepare the LDD field which does not lap with a gate electrode.

Moreover, as shown in drawing 8 (B) depending on the case, it is not necessary to prepare these LDD fields.

[0134] Furthermore, in the TFT structure shown in drawing 8, although the structure shown by drawing 8 (A) is desirable when the voltage VDS concerning TFT is more than 10V, when the voltage VDS concerning TFT does not fulfill 10V, the structure shown by drawing 8 (B) is desirable.

[0135] In addition, if it forms to the cover layer 354 shown by drawing 6 (C) and airtightness is raised, the connector (flexible print circuit : FPC) for connecting the terminal and external signal terminal which were taken about from the element formed on the insulator or the circuit will be attached, and it will complete as a product. the state where it changed into such a state where it can ship -- this detailed in the letter one -- spontaneous light equipment (or EL module) -- \*\* -- it says

[0136] Here, EL module of the formed this example is explained using drawing 9 (A) and (B) to a cover layer.

[0137] The active-matrix type spontaneous light equipment of this example includes the pixel section 902 formed on the glass substrate 901, the gate side drive circuit 903, and the source side drive circuit 904. TFT905 for switching of the pixel section is n channel type TFT, and is arranged at the intersection of the gate wiring 906

connected to the gate side drive circuit 903, and the source wiring 907 connected to the source side drive circuit 904. Moreover, the drain of TFT905 for switching is connected to the gate of TFT908 for current control.

[0138] Furthermore, the source side of TFT908 for current control is connected to the current supply line 909. Grounding potential (ground potential) is given to the current supply line 909 with structure like this example. Moreover, EL element 910 is connected to the drain of TFT908 for current control. Moreover, predetermined voltage (3-12V, preferably 3-5V) is applied to the anode plate of this EL element 910.

[0139] And the connection wiring 912 and 913 for transmitting a signal to the drive circuit section and the connection wiring 914 connected to the current supply line 909 are formed in FPC911 used as an external I/O terminal.

[0140] Here, the cross section which cut drawing 9 (A) by A-A' is shown in drawing 9 (B). In addition, the same sign is used for the same part in drawing 9 (A) and (B). The same sign is used for the same part as drawing 6 at the part.

[0141] As shown in drawing 9 (B), on a substrate 901, the pixel section 902 and the gate side drive circuit 903 are formed, and the pixel section 902 is formed by two or more pixels containing the pixel electrode 348 electrically connected to TFT202 for current control, and it.

Moreover, the gate side drive circuit 903 forms n channel type TFT205 and p-channel type TFT206 using the CMOS circuit combined complementary.

[0142] The pixel electrode 348 functions as an anode plate of an EL element. Moreover, a bank 349 is formed in the crevice between the pixel electrodes 348, and the EL layer 350 is formed inside a bank 349. Moreover, cathode 351 and the protection electrode 352 are formed on it. In addition, it does not need to be restricted to the structure of an EL element shown here, element structure is made opposite, and a pixel electrode is not cared about as cathode.

[0143] In the case of this example, the protection electrode 352 functions also as common wiring for every pixel train, and is electrically connected to FPC911 via the connection wiring 912. Furthermore, all the elements contained in the pixel section 902 and the gate side drive circuit 903 are covered in the barrier layer which consists of inorganic material, such as a silicon nitride, tantalum oxide, or carbon (specifically DLC film). It is more desirable to prepare, when intercepting each element with the exterior, although this barrier layer 353 can also be omitted.

[0144] Next, on a barrier layer, as an EL element is covered, a cover layer 916 is formed. As a cover layer 916, PVC (polyvinyl chloride), an epoxy resin, silicon resin, acrylic resin, and PVB (polyvinyl butyral) or EVA (ethylene vinyl



acetate) can be used. If the drying agent (not shown) is prepared in the interior of this cover layer 916, since it will continue maintaining the moisture absorption effect, it is desirable.

[0145] Moreover, on a cover layer 916, glass, plastics, and the protective-group board that becomes with ceramics can be formed. Furthermore, it is good also as structure of pasting up a protective-group board (not shown) using a cover layer 916.

[0146] By forming the barrier layer 353 and a cover layer 916 on EL element 910 as mentioned above, EL element 910 can be completely intercepted from the outside, and it can protect from the exterior that the matter to which degradation by oxidization of EL layers, such as moisture and oxygen, is urged invades. Therefore, reliable spontaneous light equipment is producible.

[0147] Moreover, an example of the circuitry of the spontaneous light equipment shown in drawing 9 is shown in drawing 10. this example -- spontaneity -- light -- equipment -- the source -- a side -- a drive -- a circuit -- 1001 -- the gate -- a side -- a drive -- a circuit -- (-- A --) -- 1007 -- the gate -- a side -- a drive -- a circuit -- (-- B --) -- 1011 -- a pixel -- the section -- 1006 -- having --  
\*\*\*\*. In addition, it is the general term in which the drive circuit section included the source side processing circuit and the gate side drive circuit into this specification.

[0148] The source side drive circuit 1001 is equipped with the shift register 1002, the level shifter 1003, the buffer 1004, and the sampling circuit (sample and hold circuit) 1005. Moreover, the gate side drive circuit (A) 1007 is equipped with the shift register 1008, the level shifter 1009, and the buffer 1010. The gate side drive circuit (B) 1011 is also the same composition.

[0149] As for shift registers 1002 and 1008, the structure by which, as for n channel type TFT which is 5-16V (typically 10 V), and is used for the CMOS circuit which forms a circuit, driver voltage is shown by 205 of drawing 6 (C) is suitable here.

[0150] Moreover, level shifters 1003 and 1009 and buffers 1004 and 1010 have the suitable CMOS circuit containing n channel type TFT 205 of drawing 6 (C) like the shift register. In addition, it is effective to make gate wiring into multi-gate structures, such as double-gate structure and triple gate structure, when raising each circuit reliability. Moreover, the pixel section 1006 arranges the pixel of the structure shown in drawing 2.

[0151] In addition, the above-mentioned composition is easily realizable by producing TFT according to the production process shown in drawing 4 -6. Moreover, although this example shows only the composition of the pixel section and the drive circuit section, if the

production process of this example is followed, I think that it is possible to form logical circuits other than drive circuits, such as a signal dividing network, a D/A converter circuit, an operational amplifier circuit, and a gamma correction circuit, on the same insulator, and the memory section, a microprocessor, etc. can be formed further.

[0152] Moreover, the composition of this example is combinable with the composition and freedom of an example 1.

[0153] [Example 3] Here, production of a different laminated structure from drawing 1 (B) having shown is explained.

In drawing 11, TFT101 for current control is formed on a substrate 1100, and the pixel electrode 1102 electrically connected to TFT1101 for current control is formed, as shown in drawing. Although the EL layer 1103 is formed on the pixel electrode 1102, the ink-jet method is used in this example. In addition, as for the application liquid for EL layers used by this example, it is good to use the same material as what was used in the example 1.

[0154] Next, on the EL layer 1103, a vacuum deposition is used and cathode 1104 is formed. In addition, it is good for cathode to use a low material of work functions, such as MgAg and aluminum-Li. After forming cathode 1104, the cover layer 1105 which consists of an organic resin film by the ink JIETO method again is uniformly formed in the

pixel section. In addition, the thickness of the cover layer 1105 which forms membranes has 10nm - desirable 300nm. [0155] Moreover, as a material which forms the cover layer 1105 which consists of an organic resin, a degree of hardness is high and it is good to use the material which cannot let matter, such as moisture or oxygen, pass easily, and has flat nature. Specifically, organic resins, such as an epoxy resin, acrylic resin, a polyimide, a polyamide, and silicon resin, are desirable. In addition, since the ink-jet method is used for formation of a cover layer 1105, it can form in a pixel portion alternatively.

[0156] How to form a cover layer 1202 in the pixel section 1201 on the active-matrix substrate 1200 by the ink-jet method is shown in drawing 12. In addition, \*\* which breathes out the organic resin liquid which forms the application liquid which forms EL layer from the head 1203 of the structure shown here, and a cover layer. In addition, although there are a MLP (MultiLayer Piezo) type and a MLChip (Multi Layer Ceramic Hyper IntegratedPiezo Segments) type of the piezo methods learned for the ink-jet method, the head 1203 shown here is a head called on-demand piezo drive MLChip method by the SEIKO EPSON company.

[0157] MLChip is the actuator which formed the material room 1207 with the diaphragm 1204 which becomes with a

ceramic, the free passage board 1205, and the material room board 1206, and formed the piezo-electric element 1208 on the diaphragm 1204 corresponding to each material room.

[0158] And the laminating of the three stainless steel plates (SUS plate) is carried out to this MLChip, feed holes 1209, a reservoir 1210, and a nozzle 1211 are formed, and a head 1203 is formed. In addition, although signs that two nozzles 1211 are formed are shown in drawing 12, with the field and application liquid which it is not restricted to this and applied, the number of nozzles may be one and may be formed three or more.

[0159] When voltage is applied to the up electrode 1212 and the lower electrode 1213, the principle of operation of the coater which consists of this MLChip is the piezoelectricity effect of a piezo-electric element 1208 and a diaphragm 1204 by a piezo-electric element 1208 vibrating, and is bending vibration. That is, a pressure is applied to the material room 1207 by this bending, the organic resin liquid with which the material room 1207 is equipped is extruded, and an application is made.

[0160] As shown in drawing 11, after forming a cover layer 1105, the barrier layer 1106 is formed so that a cover layer 1105 may be covered using the sputtering method. In this example, the barrier layer 1106 is formed in a carbon film and a concrete target with a DLC film

(diamond-like carbon). However, it is not necessary to limit the material which forms the barrier layer 1106 to this, and tantalum oxide, aluminum nitride, or a silicon nitride may be used for it. In addition, the barrier layer 1106 is alternatively formed using a shadow mask.

[0161] By forming a cover layer 1105 and the barrier layer 1106 on an active-matrix substrate as mentioned above, penetration of the moisture and oxygen which cause [ of an EL element ] degradation from the exterior can be prevented.

[0162] [Example 4] this example explains the case where this invention is used for passive type (simple matrix type) spontaneous light equipment. Drawing 13 is used for explanation. In drawing 13, the substrate which 1301 becomes from plastics, and 1302 are anode plates which consist of an electric conduction film of transparency. In this example, the compound of indium oxide and a zinc oxide is formed by the sputtering method as an anode plate 1302. In addition, although not illustrated in drawing 13, two or more anode plates 1302 are arranged in the shape of a stripe in the direction parallel to space.

[0163] Moreover, the cathode 1305 arranged in the shape of a stripe is formed in the direction perpendicular to space, and a bank 1303 is formed so that between cathode 1305 may be filled

further.

[0164] Next, it forms by the electric-field applying method which showed the EL layers 1304a-1304c which consist of EL material in the example 1. In addition, EL layer to which 1304a emits light in red, EL layer in which 1304b emits light green, and 1304c are EL layers which emit light blue. Organic EL material to be used should just use the same thing as an example 1. Since these EL layers are formed along the slot which a bank 1303 forms, they are formed in the direction perpendicular to space in the shape of a stripe.

[0165] By carrying out this example, the pixel of three colors of red, green, and blue is formed in the shape of a stripe on a substrate. In addition, the colors of a pixel do not necessarily need to be three colors and may be Isshiki or a two color. Moreover, a color is not restricted to red, green, and blue and other colors in which things to color, such as yellow, an orange, and a gray, are possible may be used for it.

[0166] First, the material room is equipped with the application liquid for red EL layers. This application liquid is pulled out by the electric field which the electrode prepared outside gives. The pulled-out application liquid for EL layers is controlled by electric field, and reaches the desired pixel section. Thereby, EL layer is formed.

[0167] First, the application liquid for red EL layers is applied. Since application

liquid is controlled by electric field, the application liquid for EL layers can be alternatively applied to the position of a request of the pixel section. In addition, it is good to apply moving a nozzle in the direction which forms one pixel train.

[0168] Next, after moving so that a nozzle can be applied to the next pixel train, the application liquid for green EL layers is applied. After moving a nozzle to the next pixel train furthermore, the application liquid for blue EL layers is applied, and EL layer of the shape of a stripe which becomes the pixel section from red, green, and blue is formed.

[0169] By repeating the above operations, as shown in drawing 13, a stripe-like pixel can be formed in the pixel section. In addition, the luminous layer of the same color may be formed a single tier every, and may be formed simultaneously.

[0170] Although EL layer here has pointed out the monolayer structure of only a luminous layer, it is also possible to use a charge pouring layer and the layer which consists of an organic EL material which contributes to luminescence called a charge transporting bed. Although it can consider as a luminous layer monolayer, when the laminating of a hole-injection layer and the luminous layer is carried out, for example, the cascade screen is called EL layer.

[0171] As for a mutual distance (D) of the pixel which adjoins each other in the

shape of [ of the same color ] a line, at this time, it is desirable to consider as 5 or more (preferably 10 or more times) times of the thickness (t) of EL layer. This is because the problem of a cross talk may occur between pixels in  $D < 5t$ . In addition, since a high definition picture is no longer acquired even if distance (D) separates too much, it is desirable to be referred to as  $5t < D < 50t$  (preferably  $10t < D < 35t$ ).

[0172] Moreover, a bank may be formed in a longitudinal direction in the shape of a stripe, and EL layer which emits light in red, EL layer which emits light green, and EL layer which emits light blue may be formed horizontally, respectively. At this time, a bank is formed above the gate wiring through the insulator layer along with gate wiring.

[0173] a mutual distance (D) of the pixel which adjoins each other in the shape of [ of the same color ] a line also in this case -- the thickness (t) of EL layer -- it is good to be referred to as  $5t < D < 50t$  (preferably  $10t < D < 35t$ ) still more preferably 5 or more (preferably 10 or more times) times

[0174] It becomes controllable [ an application position ] by controlling the application liquid for EL layers by electric field as mentioned above, and forming EL layer.

[0175] Then, although not illustrated in drawing 13, it is arranged in the shape of a stripe so that the direction where two or more cathode and a protection electrode

are perpendicular to space may turn into a longitudinal direction and it may intersect perpendicularly with an anode plate 1302. In addition, in this example, cathode 1305 becomes by MgAg, and the protection electrode 1306 becomes by the aluminium alloy film, and it forms it by the vacuum deposition, respectively. Moreover, although not illustrated, wiring is pulled out to the portion in which FPC is attached behind so that voltage predetermined in the protection electrode 1306 may be added.

[0176] An EL element is formed on a substrate 1301 as mentioned above. In addition, in this example, since the lower electrode is the anode plate of a translucency, the light generated in the EL layers 1304a-1304c is emitted to the undersurface (substrate 1301). However, structure of an EL element can be carried out reversely and also let a lower electrode be the cathode of shading nature. In this case, the light generated in the EL layers 1304a-1304c will be emitted to the upper surface (it is an opposite side in a substrate 1301).

[0177] After forming the protection electrode 1306, the barrier layer 1307 which consists of inorganic material is formed. Although it is good to use inorganic material, such as a silicon nitride, tantalum oxide, aluminium nitride, and carbon (specifically DLC film), and it can form by the plasma CVD method, the sputtering method, or the

vacuum deposition here, in this example, a silicon nitride film is formed by the sputtering method. In addition, the thickness of the barrier layer 1307 has 10nm - desirable 100nm at this time.

[0178] Next, the cover layer 1308 which consists of an organic resin film is formed by the same method as EL layer. In addition, it is good to use a polyamide and a material called a polyimide as an organic resin used here. Furthermore on this organic resin film, you may add a barium oxide as a drying agent (not shown). Finally FPC1310 is attached through the different direction conductivity film 1309, and passive type spontaneous light equipment is completed.

[0179] Although drawing 13 showed the passive type spontaneous light equipment of the structure where form the barrier layer 1307 which consists of an inorganic resin film on the EL element formed on the substrate, and a cover layer 1308 is formed on the barrier layer 1307, as shown in drawing 14, after forming a cover layer 1407 on an EL element, it is good also as structure which forms the barrier layer 1408.

[0180] In addition, which composition of an example 1 - an example 3 is combined freely, and the composition of this example can carry it out.

[0181] [Example 5] In this invention, it is effective to use the DLC film (diamond-like carbon) film which consists

of carbon as a barrier layer. However, since permeability will fall if thickness is too thick, as for thickness, it is desirable to be referred to as 50nm or less (preferably 10-20nm).

[0182] As a feature of a DLC film, it has an unsymmetrical peak about [ 1550cm<sup>-1</sup> ] in one, and has the Raman spectrum distribution which has a shoulder about [ 1300cm<sup>-1</sup> ] in one. Moreover, when it measures by the micro hardness tester, the degree of hardness of 15-25GPa is shown, and also it has the feature of excelling chemical-resistant. Therefore, it is effective to form membranes on an EL element or to form such a DLC film on the cover layer on an EL element. Anyway, membrane formation of a DLC film should just use methods, such as the sputtering method, an efficient consumer response plasma CVD method, a RF plasma CVD method, or an ion beam vacuum deposition.

[0183] In addition, which composition of examples 1-4 is combined freely, and the composition of this example can carry it out.

[0184] [Example 6] In case this invention is carried out and active-matrix type spontaneous light equipment is produced, it is effective to use a silicon substrate (silicon wafer) as a substrate. When a silicon substrate is used as a substrate, the element for a drive formed in the element for switching, the element for current control, or the drive circuit

section formed in the pixel section can be produced using the production technology of MOSFET used for conventional IC, conventional LSI, etc.

[0185] MOSFET can form the circuit where dispersion is very small, as there is an actual result by IC or LSI, and it is effective in the active-matrix type spontaneous light equipment of the analog drive which performs gradation expression especially by current value.

[0186] In addition, since a silicon substrate is shading nature, light from EL layer needs to be taken as structure which is emitted to a substrate and an opposite side. The spontaneous light equipment of this example differs in that MOSFET is used instead of TFT of an EL element which forms the pixel section 902 and the drive circuit section 903, although drawing 9 is resembled structurally.

[0187] In addition, which composition of an example 1 - an example 5 is combined freely, and the composition of this example can carry it out.

[0188] [Example 7] Since the spontaneous light equipment formed by carrying out this invention is a spontaneous light type, it is excellent in the visibility in a bright place compared with a liquid crystal display, and moreover, its angle of visibility is large. Therefore, it can use as a display of various electronic equipment. For example, it is good to use the

spontaneous light equipment of this invention for appreciating TV broadcast etc. by the big screen as a display of the ElectroLuminescent Display (display which built spontaneous light equipment into the case) of 30 inches or more (typically 40 inches or more) of vertical angles.

[0189] In addition, all displays for information displays, such as a PC monitor, a display for TV broadcast reception, and a display for an advertising display, are included in an ElectroLuminescent Display. Moreover, in addition to this, the spontaneous light equipment of this invention can be used as a display of various electronic equipment.

[0190] As electronic equipment of such this invention, the picture reproducer (equipment equipped with the display which specifically reproduces record media, such as a digital videodisc (DVD), and can display the picture) equipped with a video camera, a digital camera, a goggles type display (head mount display), a navigation system, a sound system, note type personal computers (a car audio, audio component stereo, etc.), a game machine machine, Personal Digital Assistants (a mobile computer, a cellular phone, a handheld game machine, or digital book), and the record medium etc. is mentioned. Since importance is attached to the size of an angle of visibility, as for especially the Personal

Digital Assistant with seeing [ much ] from across, it is desirable to use spontaneous light equipment. The example of these electronic equipment is shown in drawing 15 and drawing 16.

[0191] Drawing 15 (A) is an ElectroLuminescent Display and contains a case 2001, a susceptor 2002, and display 2003 grade. this invention can be used for a display 2003. Since it is a spontaneous light type, the back light of an ElectroLuminescent Display is unnecessary, and let it be a display thinner than a liquid crystal display.

[0192] Drawing 15 (B) is a video camera and contains a main part 2101, a display 2102, the voice input section 2103, the operation switch 2104, a dc-battery 2105, and television section 2106 grade. The spontaneous light equipment of this invention can be used for a display 2102.

[0193] Drawing 15 (C) is a part of head installation type ElectroLuminescent Display (right one side), and contains a main part 2201, a signal cable 2202, the head fixed band 2203, a display 2204, optical system 2205, and spontaneous light equipment 2206 grade. this invention can be used for spontaneous light equipment 2206.

[0194] Drawing 15 (D) is the picture reproducer (specifically DVD regenerative apparatus) equipped with the record medium, and contains a main part 2301, record media (DVD etc.) 2302, the operation switch 2303, a display (a)

2304, and (Display b) 2305 grade. Although a display (a) mainly displays image information and a display (b) mainly displays alphabetic information, the spontaneous light equipment of this invention can be used for these displays (a) and (b). In addition, a home video game machine machine etc. is contained in the picture reproducer equipped with the record medium.

[0195] Drawing 15 (E) is a carried type (mobile) computer, and contains a main part 2401, the camera section 2402, the television section 2403, the operation switch 2404, and display 2405 grade. The spontaneous light equipment of this invention can be used for a display 2405.

[0196] Drawing 15 (F) is a personal computer and contains a main part 2501, a case 2502, a display 2503, and keyboard 2504 grade. The spontaneous light equipment of this invention can be used for a display 2503.

[0197] In addition, if the luminescence brightness of organic EL material will become high in the future, it will also become possible to carry out expansion projection of the light containing the outputted image information with a lens etc., and to use for the projector of a front type or a rear mold.

[0198] Moreover, the above-mentioned electric appliance displays more often the information distributed through electronic communication lines, such as the Internet and CATV (CATV), and its



opportunity to display especially animation information has been increasing. Since the speed of response of organic EL material is very high, although spontaneous light equipment is desirable to animation display, if the profile between pixels fades, the whole animation will also fade. Therefore, it is very effective to use the spontaneous light equipment of this invention of making the profile between pixels clear, as a display of an electric appliance.

[0199] Moreover, in order that the portion which is emitting light may consume power, as for spontaneous light equipment, it is desirable to display information that the amount of light-emitting part decreases as much as possible. Therefore, when using spontaneous light equipment for the display which is mainly concerned with alphabetic information like a Personal Digital Assistant especially a cellular phone, or a sound system, it is desirable to drive so that alphabetic information may be formed by part for a light-emitting part by making a part for a non-light-emitting part into a background.

[0200] Drawing 16 (A) is a cellular phone and contains a main part 2601, the voice output section 2602, the voice input section 2603, a display 2604, the operation switch 2605, and an antenna 2606 here. The spontaneous light equipment of this invention can be used

for a display 2604. In addition, a display 2604 can stop the power consumption of a cellular phone by displaying a white character on a black background.

[0201] Moreover, drawing 16 (B) is an audio for mount, and includes a main part 2701, a display 2702, and the operation switches 2703 and 2704 in a sound system and a concrete target. The spontaneous light equipment of this invention can be used for a display 2702. Moreover, although this example shows the audio for mount, you may use for a carried type or a sound system for home use. In addition, a display 2704 can stop power consumption by displaying a white character on a black background. This is effective especially in a carried type sound system.

[0202] As mentioned above, the scope of this invention is very wide, and using for the electric appliance of all fields is possible. Moreover, the electric appliance of this example may use the spontaneous light equipment of which composition shown in examples 1-6.

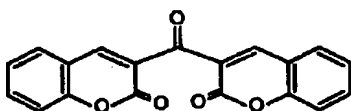
[0203] [Example 8] In this invention, external luminescence quantum efficiency can be raised by leaps and bounds by using EL material which can use the phosphorescence from a triplet exciton for luminescence. Thereby, low-power-izing of an EL element, reinforcement, and lightweight-ization are attained. Here, a triplet exciton is used and the report which raised external

luminescence quantum efficiency is shown.

(T. Tsutsui, C.Adachi, S.Saito, Photochemical Processes in Organized Molecular Systems, ed.KHonda (Elsevier Sci.Pub., Tokyo, 1991), p.437.) The molecular formula of EL material (coumarin coloring matter) reported by the above-mentioned paper is shown below.

[0204]

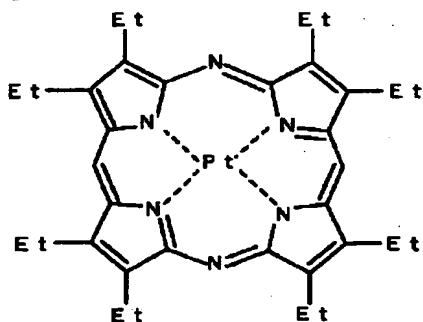
[Formula 6]



[0205] (M. A.Baldo, D.F.O'Brien, Y.You, A.Shoustikov, S.Sibley, M.E.Thompson, S.R.Forrest, Nature 395 (1998) p.151.) The molecular formula of EL material (Pt complex) reported by the above-mentioned paper is shown below.

[0206]

[Formula 7]



[0207] It Lamansk(ies). M. -- A.Baldo and S. -- P. E.Burrows and M.E.Thompson, S. -- R.Forrest, Appl.Phys.Lett., and 75

(1999) p.4. (it Watanabe(s) T. -- Tsutsui, M.-J.Yang, M.Yahiro, K.Nakamura, and T. --) T. (1999) The molecular formula of EL material (Ir complex) reported by the paper of the tsuji, Y.Fukuda, T.Wakimoto, S.Mayaguchi, Jpn.Appl.Phys., and 38 (12B) L1502. above is shown below.

[0208]

[Formula 8]

[0209] If phosphorescence luminescence from a triplet exciton can be used as mentioned above, realization of 3 to 4 times as many high external luminescence quantum efficiency as this will be attained from the case where the firefly luminescence from a singlet exciton is used theoretically. In addition, which composition of an example 1 - an example 7 is combined freely, and the composition of this example can carry it out.

[0210]

[Effect of the Invention] By carrying out this invention, EL layer and a cover layer can be formed by the same method of application. It is possible to form continuously EL layer, cathode, a barrier layer, and a cover layer by the same multi chamber efficiently by this, without carrying out air release. Moreover, penetration of the moisture to EL layer or

oxygen is prevented by making a barrier layer and a cover layer form, and it is effective for the cure against degradation of EL layer. Moreover, since closure structure is completed by forming a barrier layer and a cover layer, a miniaturization and lightweight-ization are attained compared with the usual closure structure.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing the thin film formation method of this invention.

[Drawing 2] Drawing showing the cross-section structure of the pixel section.

[Drawing 3] Drawing showing the upper surface structure and composition of the pixel section.

[Drawing 4] Drawing showing the production process of spontaneous light equipment.

[Drawing 5] Drawing showing the production process of spontaneous light equipment.

[Drawing 6] Drawing showing the production process of spontaneous light equipment.

[Drawing 7] Drawing showing the cross-section structure of TFT of the pixel section.

[Drawing 8] Drawing showing the cross-section structure of TFT of the pixel section.

[Drawing 9] Drawing showing the

appearance of spontaneous light equipment.

[Drawing 10] Drawing showing the circuit block composition of spontaneous light equipment.

[Drawing 11] Drawing showing the cross-section structure of active-matrix type spontaneous light equipment.

[Drawing 12] Drawing showing the thin film formation method.

[Drawing 13] Drawing showing the cross-section structure of passive type spontaneous light equipment.

[Drawing 14] Drawing showing the cross-section structure of passive type spontaneous light equipment.

[Drawing 15] Drawing showing the example of an electric appliance.

[Drawing 16] Drawing showing the example of an electric appliance.